

Tartu Ülikool
Loodus- ja täppisteaduste valdkond
Ökoloogia ja maateaduste instituut
Geograafia osakond

Bakalaureusetöö inimgeograafias (12 EAP)

Eesti- ja venekeelsete inimeste tegevuskohtade võrgustike piirkonnad

Ago Tominga

Juhendajad:

PhD Siiri Silm

MSc Veronika Mooses

Kaitsmisele lubatud:

Juhendaja:

Osakonna juhataja:

Tartu 2018

Abstrakt

Eesti- ja venekeelsete inimeste tegevuskohtade võrgustike piirkonnad

Käesoleva töö eesmärgiks on leida eesti- ja venekeelsete inimeste tegevuskohapõhised piirkonnad. Passiivsete mobiilpositsioneerimise andmete põhjal leitud tegevuskohtadest moodustuva võrgustiku peal on rakendatud kogukonnatuvastuse algoritmi *Multilevel*, arvutatud klastrite koefitsiendid ja kesksusindeks *PageRank*. Peamisteks erinevusteks eesti- ja venekeelsete inimeste vahel on, et kui eestikeelsete inimeste tegevuskohtade piirkonnad on ruumiliselt ühtlased ja järgivad maakonnapiire, siis venekeelse elanikkonna piirkonnad on killustunud ja kogukondade tekkimisel on tähtsamad suuremad linnalised asulad. Piirkondade erinevused on suuremad üleriigiliselt kui üksnes Tallinnas.

Märksõnad: ruumilised võrgustikud, etnilised erinevused, kogukondlik struktuur, tegevuskohad

CERCS kood: S230 – Sotsiaalne geograafia

Abstract

Districts of Activity Place Networks of Estonian- and Russian-speaking people

The aim of the thesis is find the districts of activity places among Estonian- and Russian-speaking people. Activity places were determined by CDR data, from which networks of activity places were generated. From these networks spatial districts were separated using community detection algorithm Multilevel and clustering coefficient and PageRank indices were calculated. The main differences between Estonian- and Russian-speaking people were that whereas the generated districts of Estonians are homogeneous in space and overlap with the countys in Estonia, the generated disttricts of Russians are fragmented and connected with the bigger urban settlements of Estonia. The differences are bigger in networks considering entire Estonia and smaller in networks considering only Tallinn.

Keywords: Spatial networks, ethnic differences, community structure, activity places

CERCS code: S230 – Social Geography

Sisukord

Sissejuhatus.....	4
1. Teoreetiline ülevaade.....	6
1.1. Tegevusruum ja ruumilised võrgustikud.....	6
1.2. Tegevusruumipõhine segregatsioon ja selle põhjused.....	9
1.3. Segregatsiooni uurimise meetodid.....	10
2. Eesti- ja venekeelne elanikkond Eestis ja Tallinnas.....	13
3. Andmed ja metoodika.....	15
3.1. Andmed.....	15
3.2. Meetodid.....	15
3.2.1. Kogukonnatuvastus.....	17
3.2.2. Klastrite koefitsient.....	19
3.2.3. Võrgustike kesksusnäitajad.....	21
4. Tulemused.....	22
4.1. Eesti- ja venekeelsete inimeste tegevuskohtade võrgustike piirkonnad Eestis.....	22
4.1.1. Elukoha ja töökoha vaheliste liikumiste võrgustikud Eestis.....	23
4.1.2. Elukoha ja teiste regulaarsete kohtade võrgustikud Eestis.....	25
4.2. Eesti- ja venekeelsete inimeste tegevuskohtade võrgustike piirkonnad Tallinnas.....	26
4.2.1. Elukoha ja töökoha vaheliste liikumiste võrgustikud Tallinnas.....	27
4.2.2. Elukoha ja teiste regulaarsete kohtade võrgustikud Tallinnas.....	29
4.3. Eesti ja venekeelsete inimeste tegevuskohtade piirkondade seos asutussüsteemiga.....	31
5. Arutelu.....	32
6. Kokkuvõte.....	36
7. Summary.....	38
8. Tänuavaldused.....	40
8. Kasutatud materjalid.....	41

Sissejuhatus

Meie teadmised ja maailmataju mõjutavad meie nägemust meid ümbritsevast maailmast, kuid samaaegselt ka tulenevad sellest. Keskkond, kus me igapäevaselt oma aega veedame, avaldab mõju meie iseloomuomadustele, pakub või võtab meilt võimalusi eneseteostuseks ja -arenguks ning omab suurt tähtsust meie heaolutundel. Seda osa meid ümbritsevast maailmast, millega meil on igapäevaselt otsene kontakt, nimetatakse tegevusruumiks (Horton ja Reynolds, 1971). Inimeste tegevusruumid erinevad.

Transpordivõimaluste laienemine ja üha kasvav sotsiaalmeediakasutus on kaasa toonud ruumiliste voogude uurimise tähtsuse suurenemise. Asukoha ja inimgruppide edukuse arvestatavaks määrajaks on, et kas ja kui tugevalt on asukoht ühendatud erinevates võrgustikes globaalses majanduses ja eelkõige sealsetes informatsioonivõrgustikes. (Castells, 2010)

Üheks sihtgrupiks, kes halvemini ühendatud võivad olla, on etnilised vähemusgrupid. Alates 1990-ndatest, taasiseseisvumise järel, on Eestis aset leidnud suured demograafilised muutused – sündimuse järsk langus, noorema elanikkonna väljaränne ja üha kiiremini vananev elanikkond. Nõukogude ajal tekkis valdaval määral Eestisse suure vähemusgrupina venekeelne elanikkond, kelle ruumilisel paiknemisel riigis on eestikeelse elanikkonnaga märgatavaid erinevusi. (Tammaru ja Kulu, 2003)

Segregatsiooni on laiemalt uuritud alates kahekümnendast sajandist. Eelkõige on keskendutud etniliste ja sotsiaalmajanduslike vähemusgruppide eraldatusele, mille negatiivseks tagajärjeks on näiteks piiratum sotsialvõrgustik, halvem kättesaadavus meditsiinilise abile, töötus, halvem haridustase (Kempen ja Özüekren, 1998). Segregatsiooni on uuritud tihti elukohapõhiselt ja valdavalt kasutatakse segregatsiooni uurimiseks erinevaid indekseid. Indekseid on kritiseeritud seoses sellega, et nad võivad anda segregatsioonist piiratud vaatepildi (Johnston et al., 2007).

Veel tänapäevalgi ei näi segregatsioon kahanevat (Mägi et al., 2015, Silm et al., 2017). Suur osa venekeelsest elanikkonnast elab eestikeelsest pigem isoleeritult, omavad kehvemat haridustaset ning töötavad madalamapalgalistel töökohtadel (Tammaru ja Kulu, 2003, Mägi et al., 2015, Silm et al., 2017).

Suurandmete tulekuga on laienenud võimalused nii tegevusruumi kui segregatsiooni uurimiseks. Lisaks varasemate rahvaloenduste tulemustele, GPS-seadmetele, küsitlustele ja päevikutele hakatud kasutatama mobiilpositsioneerimise ja sotsiaalmeedia kasutuse kaudu

tekkivaid andmeid, mis annavad võimaluse analüüsida suuri inimhulki korraga ning leida seni varjatuks jäänud mustreid inimeste mobiilsuskäitumises (Schönfelder ja Axhausen, 2010, Palmer, 2013).

Üheks võimaluseks mobiilsuskäitumise mustrite kirjeldamiseks on teha seda läbi ruumiliste võrgustike analüüsi. Kvantitatiivne võrgustikuanalüüs võimaldab leida tähtsamaid piirkondi, ühendusi punktide vahel, nende varieeruvust ja seaduspärasid (Barthelemy, 2010).

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks on leida eesti- ja venekeelsete inimeste hulgas tegevuskohapõhised piirkonnad. Töös kasutatakse mobiilpositsioneerimise andmete alusel tuvastatud elukoha, tööaja ja teisi regulaarseid ankurpunkte, millest koosneva ruumilise võrgustike peal on rakendatud kogukonnatuvastust, arvutatud klastrite koefitsient ja hinnatud ühenduspunktide tsentraalsusindekseid.

Töös on kolm peamist uurimisküsimust:

1. Millised erinevused on eesti- ja venekeelsete inimeste tegevuskohtade põhistes piirkondades Tallinnas ja Eestis?
2. Millised erinevused on eesti- ja venekeelsete inimeste tegevuskohtade põhistes piirkondades töökoha ja muude regulaarsete kohtadega seotud liikumistest lähtuvalt?
3. Kuidas seostuvad eesti- ja venekeelsete inimeste tegevuskohtade põhised piirkonnad asutussüsteemiga?

Piirkondadevahelise ühendatuse erinevus etniliste gruppide lõikes on teema, millele pole varasemalt palju tähelepanu pööratud. Läbi ruumiliste võrgustike on võimalik hinnata, kuivõrd tugevalt on ühendused kohtade vahel erinevatel ruumilistel skaaladel grupeerunud, kust jooksevad inimeste mobiilsuskäitumise alusel piirid regioonide vahel, millised on peamised keskused. Antud töös kasutatud meetoodika on eesti- ja venekeelsete inimeste ruumilise käitumise kirjeldamisel uudne.

1. Teoreetiline ülevaade

1.1. Tegevusruum ja ruumilised võrgustikud

Tegevusruum on tähtsaks mõisteks inimeste igapäevase mobiilsuskäitumise uurimisel. Horton ja Reynolds (1971) on defineerinud tegevusruumi kui kõigi asukohtade allhulga, millega inimesel oma tavapäraste tegevuste jooksul kokkupuudet on.

Schönfelder ja Axhausen (2010) on leidnud, et tegevusruumi iseloomustab tugevate harjumuste ja vahelduse otsimise vaheline ebamäärasus. Ühelt poolt on teekonnad kontsentreerunud väheste domineerivate sihtkohtade vahele. Samas leiab aset ühtlane uute sihtkohtade avastamine. Kuigi tegevusruumi suurus paistab pikaajaliselt jäävat võrdlemisi konstantseks, leitakse uusi kohti, mida külastada. Tegevusruumi iseloomustavad järgnevad karakteristikud:

Mitmed autorid on näidanud (nt Schönfelder ja Axhausen 2010, Ellegård ja Vilhelmson 2004), et tegevusruumi olulisimaks ankurpunktiks on kodu. Seal veedetakse keskmiselt 60% oma ajast (Ellegård ja Vilhelmson 2004) ja ligikaudu 70% liikumistest leiavad aset kodu ankurpunktist linnulennult ühe kilomeetri raadiuses (Schönfelder ja Axhausen 2010). Tähtsusetult järgmiseks ankurpunktiks on töökoht või kool, teistes kohtades veedetakse aega juba vähem.

Ellegård ja Vilhelmson (2004) põhjal viitab kiire ja laiaulatuslik mobiilsus suurele tegevusvabadusele, mis võimaldab individuaalset heaolu suurendada (vähemalt seni, kuni liikumisele ei kulutata liiga palju aega). Samas võivad pidevad liikumised (olgu nendeks füüsilised, virtuaalsed või meediapõhised) viidata vähestele sotsiaalsetele kontaktidele või nende kaole ja puuduvale kiindumusele tähendusrikaste asukohtade vastu. Nii et lisaks laialdasele tegevusruumile on ka selle statsionaarsus heaolu näitaja, mis tõestab inimese kuuluvust kohalikku kogukonda ja sellega seotud sotsiaalse kapitali olemasolu - vähemalt seni, kuni see ei tähenda lukustatud elu täis sotsiaalseid piiranguid ja isolatsiooni.

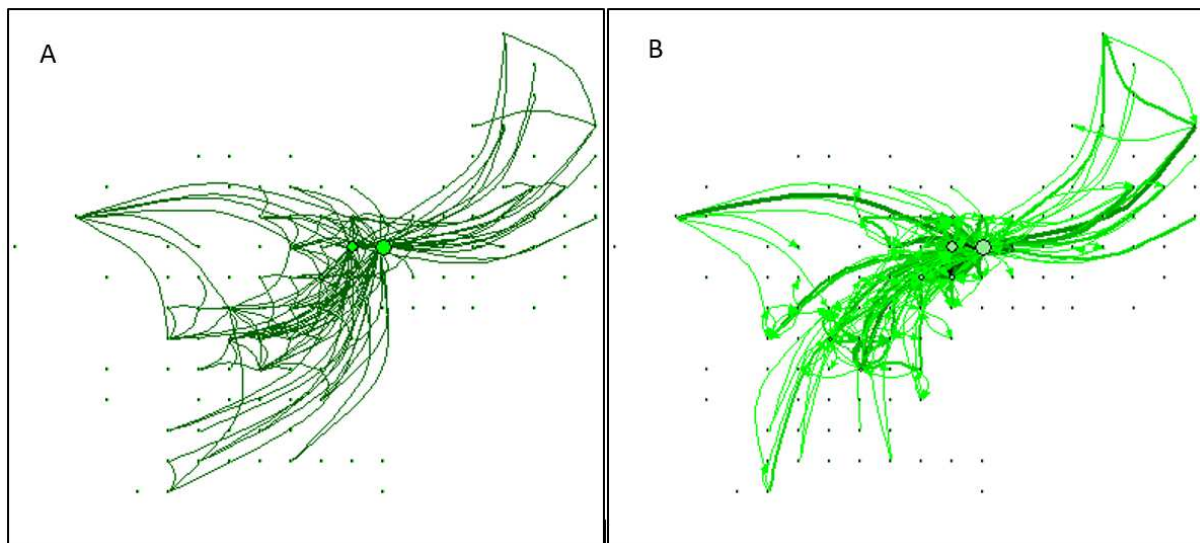
Tänapäevase transpordi ja telekommunikatsioonivahendite areng pakub uusi võimalusi ületamaks ajalisruumilisi piiranguid inimestevahelise suhtluse juures. Samal ajal on elatustaseme tõus, muutused sotsiaalsetes ja majanduslikes struktuurides, kultuuris ja demograafilistes protsessides laiendanud indiviidide ja institutsioonide valikuvõimalusi (Castells, 2010). Bertolini ja Dijst (2010) toovad sealjuures välja kaks olulist mõju:

- 1) lisaks reisimiseks kuluva aja minimeerimisele hinnatakse kõrgemalt neid asukohti, milles leiduvate tegevusvõimaluste väärtus on suurem;

- 2) ajakulu hind paistab saavutavat teatud kindlat maksimumi, alates millest ei ole see enam oluline.

Tavapäraselt inimesed elavad ühes kohas, töötavad teises ja veedavad oma vaba aega kolmandas. Varasemast enam keskendutakse võrgustikuteooriatele, kus tsoonide asemel uuritakse voogusid, geograafilise läheduse asemel ligipääsetavust (Bertolini ja Dijst, 2010).

Üheks võimalikus mobiilsusvõrgustike uurimisel on ruumiline võrgustikuteooria. Ruumilised võrgustikud on võrgustikud, mille tipud (ingl. k *node*) omavad asukohainfot (joonis 1). Selle osadeks on tipp, ääred (*edges*) ja äärte kaal, mis väljendab tippudevahelise ühendatuse tugevust. Ääred võivad olla nii suunatud (*directed*) kui ka suunamata (*undirected*). Ruumilist võrgustikuanalüüsi rakendatakse näiteks transpordi-, mobiilsus-, interneti-, mobiilivõrgu- ja sotsiaalsete kontaktide võrgustike uurimisel. Ruumiliste võrgustike uurimisel on mitmeid töövahendeid üle võetud sotsiaalteadustest (võrgustikuteooriast) ja neid ruumiandmete analüüsimiseks kohandatud. (Barthelemy, 2010)



Joonis 1. Suunata ja kaaluta (A) ning suunatud ja kaaluga (B) ruumiline võrgustik. Võrgustik koosneb ruumilist infot (näiteks koordinaate) omavatest ühenduspunktidest ning nendevahelistest ühendustest.

Üheks paljuvaadeldud võrgustikukarakteriks on olnud kogukondlik struktuur (*community structure*) (Expert et al., 2013, Ratti et al., 2010, Sobolevsky et al., 2013). Võrgustiku kogukondlik struktuur avaldub võrgustikuelementide omaduses moodustada tihedamaid- ja vähemtihedaid gruppe sõltuvalt elementide vaheliste ühenduste olemasolust ja tugevusest

(Girvan ja Newman, 2002). Kogukonda võib defineerida kui elementide gruppi, millel on enam ühendusi kogukonnasiseselt ja vähem ühendusi kogukonnaväliste elementidega (Barthelemy, 2010). Ruumiliste võrgustike kogukondliku struktuuri mõistet on kasutatud nii transpordiuuringutes (Austwick et al. 2013), etnolingvistiliste gruppide tuvastamisel (Expert et al. 2011), rahvusvahelise rände kirjeldamisel (Danchev ja Porter, 2018) kui ka regionaalpiiride iseloomustamiseks (Ratti et al. 2010, Sobolevsky et al., 2013).

On loodud arvukalt algoritme, mille eesmärgiks on parimal võimalikul viisil võrgustik alamgruppideks jaotada, mis erinevad sõltuvalt analüüsi eesmärkidest, võrgustiku suurusest (andmemahust) ja algandmetest (Expert et al., 2013, Ratti et al. 2010, Girvan ja Newman, 2002). Selleks, et hinnata võrgustiku kogukondliku struktuuri tugevust, on üheks enamkasutatavaks variandiks modulaarsus. Modulaarsus näitab, kui tugevad on võrgustikus tekkivad kogukonnad – millisel määral esineb kogukonnasiseseid ühendusi võrreldes täiesti juhuslike ühendustega sama suurusega võrgustikus.

Nagu paljude teiste ruumiandmeid kasutavate analüüsimeetoditega, on ka ruumiliste võrgustike uurimisel tähtis koht ruumilisel skaalal. Võrgustikku võib moodustada nii linnasisestest (näiteks Zhong et al., 2013) liikumistest kui ka globaalsetest (nt Danchev ja Porter, 2018).

Tobleri seadus väidab, et kõik on ühendatud kõigega, aga lähedased objektid on omavahel ühendatud tugevamini kui kauged (Tobler, 1970). Objektide vahelise kauguse kasvamisega kaasneb nendevahelise interaktsiooni tugevuse langemine (*distance decay*). Alguses kahaneb kauguse suurenedes paikadevaheline ühendustaseme tugevus kiiresti, kuid kauguse suurenedes jõutakse ühel hetkel platoole, alates millest geograafiline distantssi edasine suurenemine omab vähe mõju (Taylor, 1971).

Objektide vahelise kauguse kasvamise kaasneva interaktsiooni langus on tähtsal kohal ka ruumiliste võrgustikke analüüsimisel. Danchev ja Porter (2018) on kirjeldanud kogukondade globaalset ühendatust – võrgustikud, millel on vähe, kuid see-eest tugevaid seoseid, on pigem väikese ruumilise ulatusega; suur nõrkade ühenduste arv näitab kõrgemat globaalsust – on olemas ühendatus paljude kaugemate kohtadega, kuid igast reisisihtkohast tuleb inimesi seoses geograafilise kaugusega vähe. Cho et al. (2011) leidsid, et inimeste liikumisi iseloomustab suur hulk lühiajalisi, loomult perioodilisi liikumisi (50 -70% kõigist liikumistest) ja väiksem hulk pikemaid liikumisi (10-30%), milles mängivad suurt kaalu sotsiaalsed kontaktid. Üldjuhul tähendab laiem sotsiaalne võrgustik ka suuremat tegevusruumi (Puura et al., 2017).

Ratti et al. (2010) ja Sobolevsky et al. (2013) on kasutanud ruumilist võrgustikuanalüüsi kirjeldamiseks sotsiaalsidemete ruumilist paiknemist. Rakendades kogukonnatuvastusalgoritme loid nad telefonikõnede alusel kaarte, mille kogukondade piirid aiasid võrdlemisi suure täpsusega järgi halduslike regionaalpiiride omi. See viitab sellele, et lisaks geograafilisele kaugusele on ka piirkondlik kultuuriline ajalugu tähtis sotsiaalvõrgustike ruumilisel iseloomul. Taoline analüüsimeetod omab potentsiaali ennustamiseks ka mobiilsustrende tulevikus (Danchev ja Porter, 2018).

1.2. Tegevusruumipõhine segregatsioon ja selle põhjused

Segregatsioon kujutab endast kahe või enama grupi ebaühtlast paiknemist ruumis. Kokkuvõtlikult väljendab segregatsiooni määr gruppidevahelise ebaühtluse taset (Massey ja Denton, 1988).

Pikka aega kasutati segregatsiooni uurimiseks valdavalt üksnes elukohta (nt Massey ja Denton, 1988, Kempen ja Özüekren, 1998, Marcinczak 2012). Massey ja Denton (1988) on elukohapõhise segregatsiooni mõõtmiseks kirjeldanud segregatsiooni kui viiedimensioonilist nähtust, mis koosneb ühtlusest (*evenness*), mõjutatavusest (*exposure*), koondumisest (*concentration*), tsentraliseeritusest (*centralisation*) ja rühmitumisest (*clustering*).

Segregatsioonil on mitmeid põhjuseid. Johnston et al. (2007) on välja toonud diskrimineerimise, halvemad võimalused tööturul ja sellest tulenevalt elamuturul, koolisüsteemi ning sotsiaalvõrgustikud. Ebavõrdsuse tagajärjel grupeerub etniline vähemus piirkondadesse, kus neil suhtlussidemed juba olemas on, mille kaudu on võimalik leida elu- ja/või töökoht.

Viimastel kümnenditel on mitmed autorid näidanud, et segregatsiooni tuleks vaadelda laiemalt kui üksnes elukohapõhiselt; see avaldub ka tööelus, perekonnasidemetes, vaba aja kasutuses, hariduses, transpordis ning ka sotsiaalmeedia kasutuses (Kwan, 2013, Ham ja Tammaru, 2016). Elukoha kõrval teiste aspektide ignoreerimine võib viia valede järeldusteni inimeste segregatsioonikogemuse osas (Kwan, 2013). Kõiki eelnevaid uurimisvaldkondi omavahel ühiselt kirjeldavaid artikleid on vähe, kuid nende kirjutamise populaarsus kasvab seoses uute andmeallikatega, mis on muutnud inimeste jälgimine aias ja ruumis erinevates keskkondades lihtsamaks (Palmer, 2013, Ham ja Tammaru, 2016).

Nii keskendutakse elukohapõhise kõrval üha enam tegevusruumipõhisele segregatsioonile, mida võib defineerida kui süstemaatilisi erinevusi ja eraldatust asukohtades, millega erinevatel inimgruppidel on otsene kontakt. Sellega saab kirjeldada, millisel määral sotsiaalsete gruppide tegevusruumid kattuvad ja eristuvad. (Palmer, 2013)

Tegevusruumipõhise segregatsiooni on (eriti just viimaste aastate jooksul) hulgaliselt uuritud nii Eestis kui ka välismaal (Silm ja Ahas, 2014a, Toomet et al., 2015, Silm et al. 2017, Wong ja Shaw, 2011, Kwan, 2002). Silm ja Ahas (2014a) vaatlesid tegevusruumipõhist segregatsiooni Tallinnas eesti- ja venekeelse elanikkonna vahel ja leidsid, et etnilisusel on oluline mõju tegevusruumile. Venekeelse elanikkonna hulka kuuluvad inimesed külastavad väiksemat arvu tegevuskohti, reisivad vähem välismaale ja eelistavad võrreldes eestikeelse elanikkonnaga suurema tõenäosusega endisi Nõukogude Liidu liikmesriike. Lisaks etnilisusele toodi erinevuste põhjuseks välja ka sotsiaaltõrjastikud üldisemalt.

Tallinnas on segregatsioon eesti- ja venekeelse elanikkonna hulgas kõige kõrgem elukohtades, töökohtade ruumiline jaotus on juba ühtlasem ja ülejäänud tegevuskohtades on vahe veelgi väiksem (Toomet et al., 2015). Kohtumiste tõenäosus on suurem näiteks kesklinnas. Silm et al. (2017) on näidanud, et erinevusi leiab aset ka vanusgruppide lõikes – kesklinnas töötavad valdavalt 30-39 aasta vanused eestlased, venekeelse elanikkonna esindajaid on samast vanusegrupist vähe. Noorem elanikkond veedab oma vaba aega võrreldes vanema põlvkonnaga eraldatumalt.

Sealjuures on lisaks ruumilisele aspektile tähtis ka ajaline (Kwan, 1999, Palmer, 2013, Ham ja Tammaru, 2016, Silm ja Ahas, 2014b, Toomet et al., 2015 jt). Kui vaadelda Tallinna eesti- ja venekeelset elanikkonda, siis Silm ja Ahas (2014b) põhjal on segregatsioon kõrgem öisel ajal ja nädalavahetuseti, päeval ajal madalam.

1.3. Segregatsiooni uurimise meetodid

Enimkasutatavaks segregatsiooni uurimise meetodiks on indeksid. Arvestatava töö indeksite valimisel ja võrdlemisel on teinud Massey ja Denton (1988), kes pakkusid välja soovitatavad indeksid igale segregatsiooni dimensioonile. Nende kasutamise põhjustena võib välja tuua võrdlemisvõimaluse erinevate piirkondade või aegade vahel, suhtelise erapooletuse ja selle, et mitmeid neist on kasutatud juba pika aja jooksul. Näiteks ebaühtluse indeks (*index of dissimilarity*) on kasutusel olnud mitukümmend aastat, tänu millele on hulgaliselt võrdlusmaterjali. Taoliste indeksite kasutamist on ka kritiseeritud (Johnston et al., 2007), tuues

ühe veana välja selle, et need annavad kogu vaadeldava valimi keskmise väärtuse, kuid kõnelevad vähe sellest, kus ja millisel määral erinevate gruppide proportsioonid sarnanevad või erinevad. Goering (2006) sõnul on näiteks üheks ebaühtluse indeksi veaks see, et tulemused sõltuvad naabruskonna definitsioonist – kõrgem ruumiline resolutsioon toob kaasa indeksi väärtuse kasvu.

Ruumiline segregatsioon avaldub läbi erinevate eraldatuse vormide. Sellesse võib lähtuda nii inimeste eraldatusesse kohtadega kui eraldatusesse teiste inimestega. Tegevusruumipõhine segregatsioon pakub ka kolmandat väljundit: uurida saab liikumisi ehk erinevusi inimeste ajalises ruumikäitumises üleüldiselt. Kõik eelnevad vormid – kohad, inimsuhted ja liikumised, omavad sotsiaalset tähtsust ja väärivad uurimist. (Palmer 2013)

Tegevusruumi saab ruumiliselt määratleda mitmeti, Schönfelder ja Axhausen (2010) on tegevusruumi esitamiseks välja pakkunud kolm kategooriat:

1) kahedimensionaalne ellips kujutab endast väikseima võimaliku ellipsi tekitamist kõigi või suurema osa külastatud tegevuskohtade ümber. Suurem ellips tähendab suuremat tegevusruumi. Ellipsi tekitamisel võib paremaid tulemusi anda kodukoha rõhutamine – olulisimana punktidest võib seda kaaluda ellipsi keskpunkti või sellele lähemale. Ellipsi abil saab väljendada tegevuskohtade ruumilist hajutatust.

2) kerneli tihedus, mis tähendab tiheduspinna loomist külastatud tegevuskohtade alusel (teisisõnu, punktpind interpoleeritakse alaks). See võimaldab lisaks üldisele ruumilisele ulatusele uurida ka tegevuskohtade klastrite ruumilist paiknemist.

3) liikumisvõrgustik, millega kuvatakse ruumilist võrgustikku külastatud tegevuskohtade vahel. Võimaldab vaadelda tähtsamaid ühendusteid, mida inimene kasutab tegevuskohtade vahel liikumiseks ja võrgustiku mitmekesisust. Tekitades võrgustiku ümber puhverala võib ligikaudselt hinnata ka tegevusruumi mõõtmeid.

Seni puudub kindel (eelistatum) meetod tegevusruumi väljendamiseks; erinevad lähenemisviisid on tingitud erinevatest lähteandmetest, analüüsimeetoditest ja teoreetilisest kontseptsioonist (Wong ja Shaw, 2011). Palmer (2013) on seejuures siiski välja pakkunud, et linnade- ja uuringuteüleseks võrdluseks võib parim olla punktipõhine meetod selle kasutus- ning tõlgenduslihtsuse tõttu.

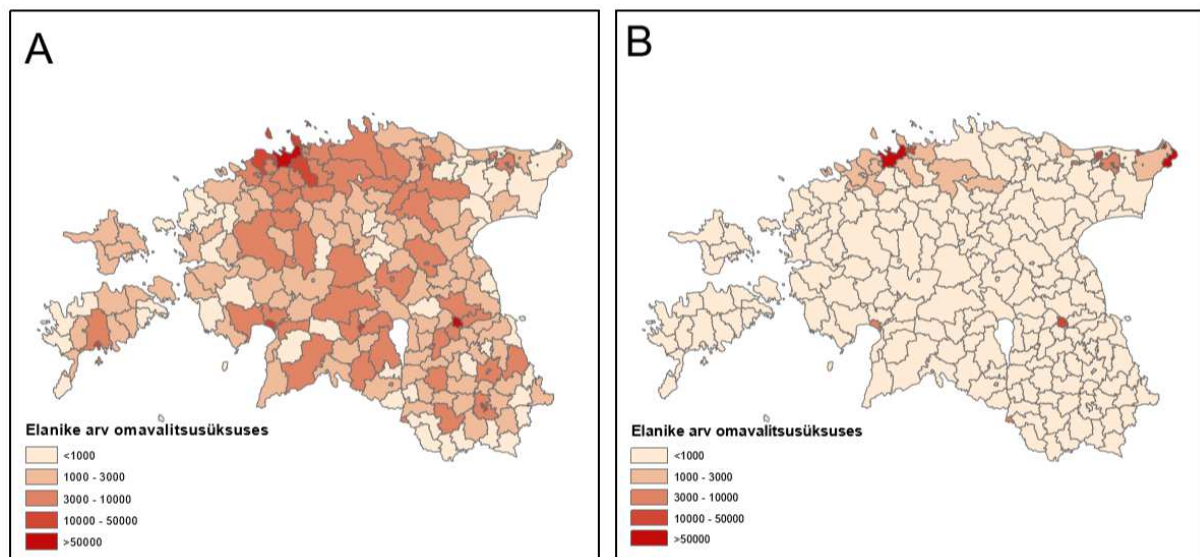
Lisaks on eelpool mainitud tegevusruumi mõõtmise meetoditele on välja pakutud ka erinevaid indekseid, millega saab erinevate gruppide tegevusruume iseloomustada – näiteks Ht-indeks

või Weibulli jaotus, millega saab väljendada, kas ühes linnas või sealsetes gruppides on suurema/väiksema tõenäosusega pikemaid reisisündmuseid tegevaid inimesi; kas lühikeste reisisündmuste tegijad suurendavad oma tegevusruumi suurema või väiksema tõenäosusega (Yuan ja Raubal, 2016).

2. Eesti- ja venekeelne elanikkond Eestis ja Tallinnas

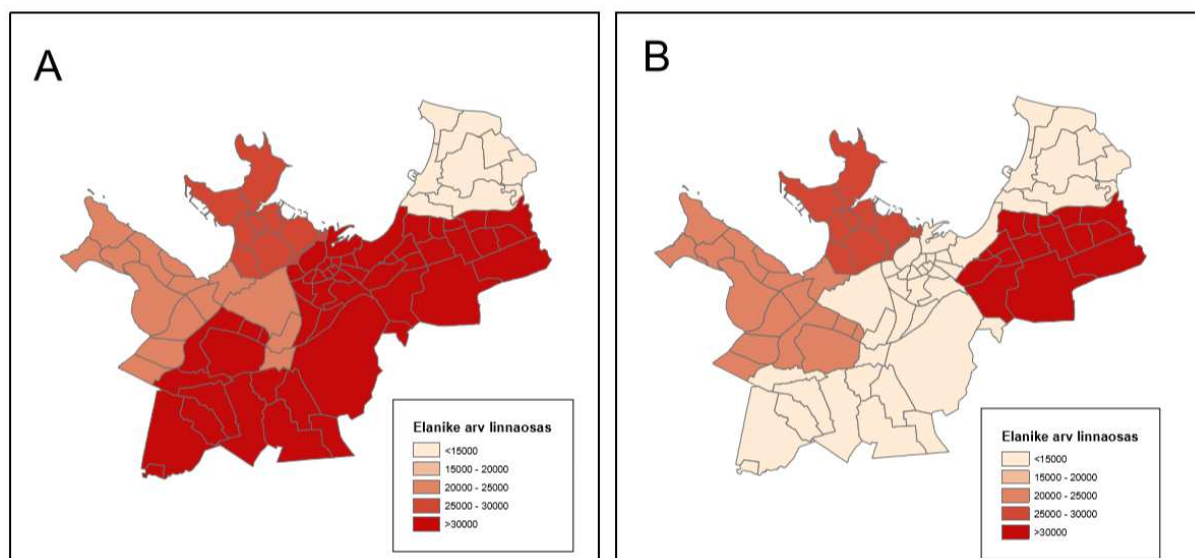
2011. aasta rahvaloenduse andmetel räägib emakeelena Eesti ligikaudu 1,3 miljonist elanikust eesti keelt 68,5%. Valdavalt Nõukogude perioodil moodustunud venekeelne elanikkond vähenes küll Eesti taasiseseisvumisele järgnenud väljarände tulemusel, kuid moodustab sellegipoolest suurima vähemusgrupina ligikaudu 30%.

Eesti- ja venekeelse elanikkonna paiknemisel esineb märgatavaid ruumilisi erinevusi (joonis 1). Venekeelne elanikkond tekkis valdavalt linnadesse ja tööstuspiirkondadesse. Nõukogude ajal toodi venekeelset elanikkonda riiki sisse peamiselt tööstusega seotud töökohtadele ja tänapäevalgi töötatakse endiselt suurel määral tööstussektoris, samas kui eestlaste osakaal on kõrgem teenindussektoris. Venekeelne elanikkond on koondunud Eesti suurematesse linnadesse ning Põhja- ja Ida-Eestisse (Tammaru ja Kulu, 2003).



Joonis 2. Eestikeelne elanikkond (A) ja venekeelne elanikkond (B) omavalitsusüksuse kohta 2011. aasta rahvaloenduse andmetel.

Suur osa venekeelsest vähemusgrupist elab Tallinnas. Tallinna ligikaudu 400 000 elanikust on 2011. aasta rahvaloenduse andmetel 208 000 märkinud emakeelena eesti keele ja 173 000 vene keele. Eesti- ja venekeelse elanikkonna proportsioonid varieeruvad Tallinnas linnaosade kaupa (joonis 3). Eestikeelne elanikkond paikneb linna erinevates piirkondades ühtlasemalt, venekeelsed inimesed asuvad eelkõige Lasnamäel, kus nad moodustavad enamusgrupi.



Joonis 3. Eestikeelsete elanike arv (A) ja venekeelsete elanike arv (B) Tallinna linnaosades „Tallinn arvudes 2015“ andmetel.

Mägi et al. (2015) on tõdenud, et nii eesti- kui venekeelne elanikkond kolivad üldjuhul piirkondadesse, kus nende etnilisest taustast inimeste osakaal on kõrgem, mistõttu segregatsioon on endiselt kasvamas. Venekeelse elanikkonna mobiilsuskäitumine näib enam tulenevat olemasolevast sotsia Alvõrgustikust, sotsiaalmajanduslik edu omab väiksemat tähtsust.

3. Andmed ja metoodika

3.1. Andmed

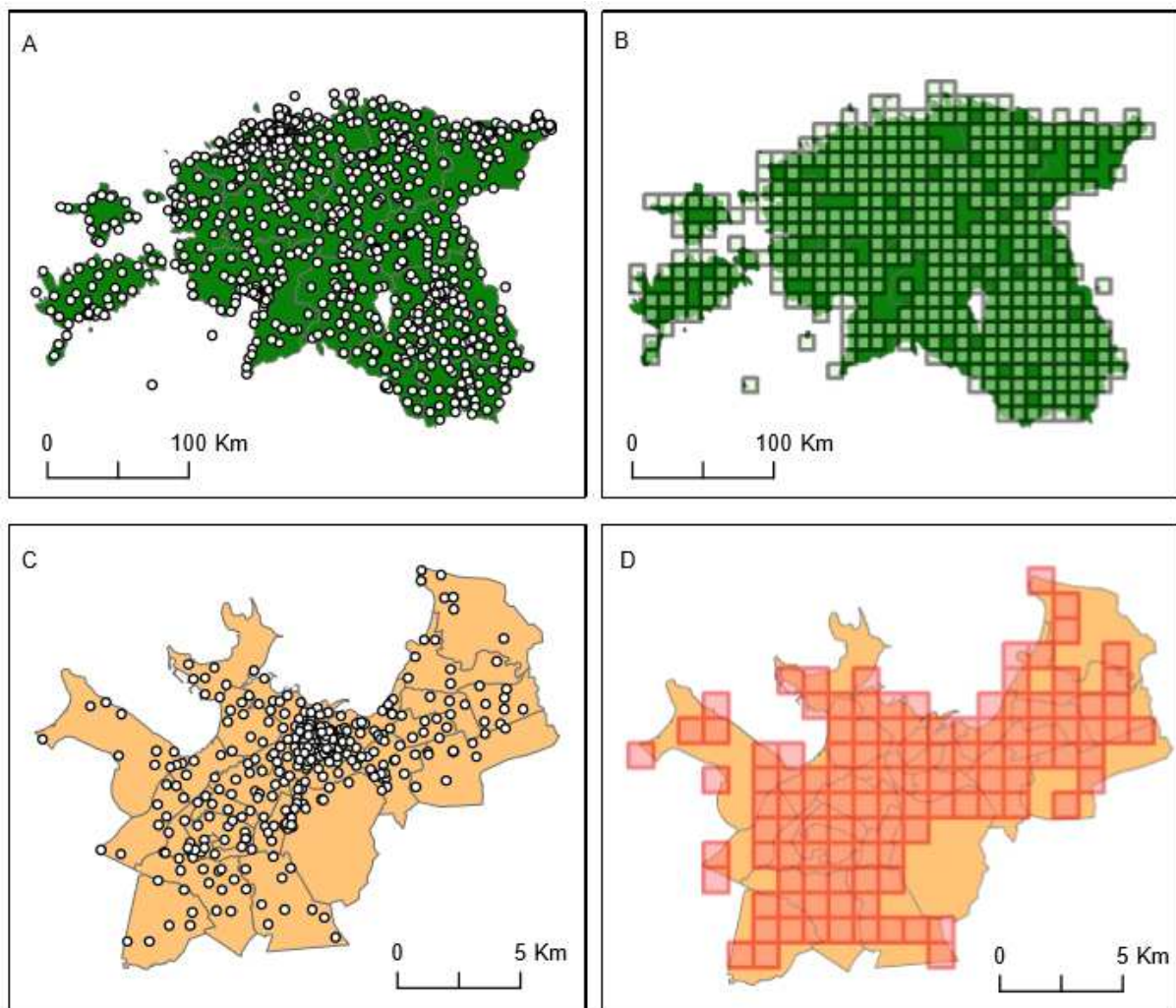
Analüüsi juures on kasutatud passiivseid mobiilpositsioneerimise 2014. aasta jaanuarikuu andmeid, mis koosnevad kõnetoimingute kirjetest, nende asukohast mobiilimasti täpsusega ja kõne toimumise ajast.

Mobiilpositsioneerimise andmete ruumiline täpsus varieerub piirkonniti – tihedamalt asustatud aladel on see 100-500 meetrit, hõredamalt asustatud aladel kuni 5 kilomeetrit (Ahas et al. 2008). Andmete abil leiti Ahas et al. (2010) kirjeldatud metoodika alusel elukoha-, tööaja- ja sekundaarsed ankurpunktid. Andmete kasutamist võimaldas Positium LBS, kes andis kasutamiseks väljavõtte, mis koosnes telefonikasutaja elukoha, tööaja ja sekundaarsetest ankurpunktidest ning nendevahelistest ühendustest eesti- ja venekeelsete inimeste hulgas. Analüüsi aluseks oli OD-maatriks lähtuvalt elukoha ja tööajakoha ankurpunktide vahelistest liikumistest ning elukoha ja sekundaarsete ankurpunktide vahelistest liikumistest.

Andmete koguhulgaks oli eestikeelse elanikkonna hulgas 128077 elukoha ja sellele vastavat tööaja koha ankurpunkti, 541926 elukoha ja sellele vastavat sekundaarset ankurpunkti; venekeelse elanikkonna hulgas oli elukoha ja tööaja koha ankurpunkte 19625 ning elukoha ja sekundaarseid ankurpunkte 87868.

3.2. Meetodid

Hindamaks eesti- ja venekeelse elanikkonna ruumilikasutuse eraldusjooni on lähtutud võrgustikuanalüüsi meetoditest. Töö on läbi viidud kahel ruumilisel skaalal: kogu Eesti ja üksnes Tallinn. Mobiilimastide vahelised liikumised agregeeriti ruudustikku. Kasutatud ruudustiku ruutude külje pikkus oli kogu Eestit katvates võrgustikes 10 kilomeetrit ja Tallinna võrgustikes 1 kilomeeter. Mobiilimastid paiknevad Eestis ebaühtlase tihedusega – suuremates linnades tihedamalt, maapiirkondades hõredamalt. Antud töös kasutatud analüüsivahendid ei kasuta arvutuste tegemiseks geograafilist ruumi, vaid lähtuvad üksnes ühendustest võrgustike elementide vahel. Seetõttu agregeeriti mobiilimastid ruudustikku, et ühtlustada ruumilist skaalat, mida võrgustiku elemendid väljendavad (joonis 4). Mastid on agregeeritud ruudustikku nende füüsilise asukoha järgi. Kasutatud on neid ruute, mille sees leidis maste. Ruudud, milles maste ei leidunud, on jäänud katmata, mis ei tähenda, et sealt tingimata inimesed puuduks. Eestis on mobiilimastid agregeeritud 391 ruutu, Tallinnas on ruute 114. Andmete töötlemisel on kasutatud R-i paketti iGraph.



Joonis 4. Mobiilimastide agregeerimine ruudustikku. Üle kogu Eestil olevate mastide (A) vahelised liikumised on agregeeritud 10-kilomeetrise ruudu küljepikkusega ruudustikku (B). Mobiilimastid Tallinnas (C) on agregeeritud ühekilomeetrise ruudu küljepikkusega ruudustikku (D).

Andmetöötles loodi OD-matriksi põhjal R-is graaf-objekt (edaspidi võrgustik), mille kirjeldamiseks kasutati kogukondliku struktuuri ja võrgustiku elemente kirjeldavaid näitajaid: kuuluvus kogukonda, modulaarsus, kaalutud ja kaalumata klastrite koefitsient, *PageRank*.

Metoodikat rakendati eraldi kaheksal matriksil: elu- ja töökohtade vahelised ühendused üle-eestiliselt ja Tallinnas, elu ja sekundaarsete ankurpunktide vahelised ühendused üle-eestiliselt ja Tallinnas. Eesti- ja venekeelseid inimesi vaadeldi eraldi.

3.2.1. Kogukonnatuvastus

Antud töös on hinnatud võrgustike kogukondliku struktuuri. Võrgustike ruumilise struktuuri mõistmiseks omab selle komponentide organiseeritus (ehk moodustuvad kogukonnad) suurt tähendusrikkust (Zhong et al., 2014). Kogukondade määramiseks on arvukalt algoritme – erinevate algoritmide tulemused võivad varieeruda märkimisväärselt (Fortunato, 2010, Yang et al., 2016). Ratti et al. (2010), Sobolevsky et al. (2013), Expert et al (2013)., Zhong et al. (2014) on edukalt kasutanud kogukonnatuvastust ruumiliste piiride eraldamiseks nii inimestevaheliste kontaktide kui ka mobiilsuskäitumise alusel nii üleriiklikul kui ka linna tasemel. Kogukonnatuvastuse abil leitakse tugevamalt ühendatud klastrid.

Kõigi erinevate OD-maatriksite peal (eesti- ja venekeelsete inimeste elu- ja töökohtade vahelised ühendused üle-eestiliselt ja Tallinnas, elu ja sekundaarsete ankurpunktide vahelised ühendused üle-eestiliselt ja Tallinnas) on rakendatud Blondel et al. (2007) poolt tutvustatud kogukonnatuvastuse algoritmi *Multilevel*. Kogukonnatuvastuse eesmärgiks on jagada võrgustik gruppideks (kogukondadeks) viisil, mille juures võimalikult suur hulk ühendusi jääks kogukondade sisse ja võimalikult väike hulk leiaks aset kogukondade vahel. Tugeva kogukondliku struktuuriga võrgustikus on palju ühendusi kogukonnasiseselt ja vähe kogukonnaväliselt.

Et hinnata struktuuri tugevust, kasutatakse laialdaselt näitajat modulaarsus (*modularity*) (Newman, 2002, Clauset et al., 2004). Modulaarsus võrdleb kogukonnasiseste ja -väliste ühenduste hulka samades mõõtmetes juhusliku võrgustiku omadega ja on konkurentsilt enimkasutatav muutuja kogukonnatuvastuse algoritmides (Fortunato, 2010).

Modulaarsus on defineeritud kui:

$$Q = \frac{1}{2m} \sum_{vw} \left[A_{vw} - \frac{k_v k_w}{2m} \right] \partial(c_v, c_w)$$

kus A_{vw} on element naabusmaatriksis, mille väärtus on 1, kui v ja w on ühendatud ning 0, kui ühendus puudub, k_v on kõigi ühenduspunkti v ühenduste arv, m kõigi võrgustiku ühenduste koguarv, $k_v * k_w / 2m$ väljendab tõenäosust, et punktid v ja w on ühendatud.

Kui kogukonnasiseste- ja väliste ühenduste arv ei erine juhusliku võrgustiku omadest, siis $Q=0$. Väärtus, mis erineb 0-st, väljendab erinevust juhuslikkusest. Praktikas loetakse olulise kogukondliku struktuuriga võrgustiku heaks indikaatoriks seda, kui Q on kõrgem 0,3-st.

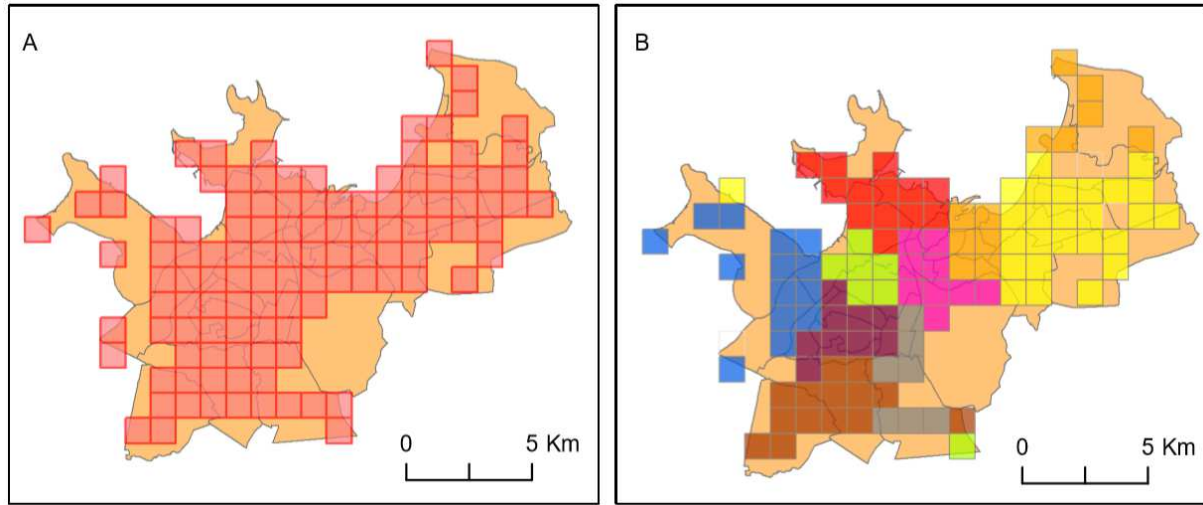
Kogukonnatuvastuse algoritm *Multilevel* tekitab algselt iga võrgustiku elemendi omaette kogukonnaks (kogukondi on seeläbi sama palju kui võrgustikus elemente). Seejärel, võetakse iga element i ja vaadatakse tema naabreid j ning hinnatakse, millisel juhul oleks modulaarsuse kasv kõige kõrgem, kui panna element i samasse kogukonda elemendiga j . Kui see muutus omab positiivset väärtust, siis muudetakse i kogukonda. Kui modulaarsuse väärtus antud muudatuse mõjul ei kasva, jääb i samasse kogukonda. Protsessi korratakse kõigi elementidega kuni modulaarsuse väärtus enam ei tõusta ei saa. Kuigi tuleb võtta arvesse seda, et erinev elementide järjestus võib kaasa tuua erineva tulemuse, siis praktikas on tulemused olnud võrdlemisi stabiilsed. Algoritmi sisendiks on kaalutud suunamata (*weighted undirected*) võrgustik. *Multilevelit* on edukalt kasutatud etnolingvistiliste piiride kindlakstegemisel Belgias (Blondel et al., 2007).

Yang et al. (2016) põhjal on *Multilevel* soovituslik algoritm väikeste kuni keskmise suurusega võrgustike puhul (kuni 6000 elementi). Algoritmi tugevusteks on selle arvutuskiirus, usaldusväärsus erinevate võrgustike korral ja selle kasutamist soovitatakse teiste *iGraph* paketi algoritmide hulgas.

Ära tuleb märkida, et võrgustike analüüsimisel tekkinud kogukondade leidmisel ei võeta antud töös arvesse ruumilist kaugust – elementide ühendamisel kogukondadeks on lähtutud üksnes nende ühendatusse tugevust ehk sellest, kui palju inimesi kust kuhu liigub. Seetõttu ei ole tekkivad kogukonnad ka täielikult ruumiliselt homogeensed – mõni piirkond võib juhuslikult olla inimeste liikumiste alusel tugevamini ühendatud mõne kaugemaga, mitte naabruspiirkonnaga. Antud metoodikat ruumiliste võrgustike juures on kritiseerinud Expert et al. (2013), kelle sõnul ruumiliste võrgustike analüüsimisel tuleks võtta arvesse ka ruumilist aspekti – kui kaks elementide paari omavad sama tugevat ühendust, kuid erinevat kaugust, siis on olulisem see ühendus suurema kaugusega elementide paari vahel.

Antud uurimistöös kasutatakse kogukonnatuvastust kujutamaks eesti- ja venekeelse elanikkonna agregeeritud tegevusruumide hindamiseks, vaadeldes tekkinud kogukondade ruumilist iseloomu. Võrgustiku elementideks on ruudustiku ruudud, ühendusteks inimvood elementide vahel. Kogukonnatuvastus võimaldab hinnata piirkondade üldist ruumilist iseloomu ja seda, kui tugev on vaadeldava piirkonna ja valimi kogukondlik struktuur (joonis 5). Võrreldes teiste samalaadsete kogukonnatuvastuse töödega on antud uurimuses teistmoodi see, et kogukondade leidmisel kasutatakse inimeste jaoks tähendusrikkaid ühendusi (liikumisi tööle ja sekundaarsetesse ankurpunktidesse). Varasemates töodes on üldjuhul lähtutud kas kõigist

liikumistest või sotsiaalsetest interaktsioonidest, näiteks mobiilikõnedest (Ratti et al., 2010, Sobolevsky et al. 2013, Expert et al., 2013, Zhong et al., 2014).



Joonis 5. Näide kogukondade tekkest Tallinna linnas eestikeelsete inimeste töö- ja elukohtade vahelise liikumise alusel. Esialgse ruudustiku (A) peal rakendatud kogukonnatuvastuse algoritmi tulemusel grupeeriti elemendid omavahel tihedamalt seotud gruppidesse (B).

3.2.2. Klastrite koefitsient

Üheks võrgustiku üldist iseloomu kirjeldavaks karakteriks kasutatud antud töös klastrite koefitsient. Et mitmed kogukonnatuvastuse algoritmid (sealhulgas antud töös kasutatav *Multilevel*) kasutavad modulaarsuse maksimeerimist kogukondade tuvastamisel, siis võib modulaarsus kirjeldava statistikuna anda subjektiivseid (sealhulgas valepositiivseid) tulemusi (Fortunato, 2010). Klastrite koefitsient c mõõdab kohalikku grupi sidusust leides igale ühenduspunktile i murdosa, mitu tema naabritest on ühendunud. Keskmise klastrite koefitsient

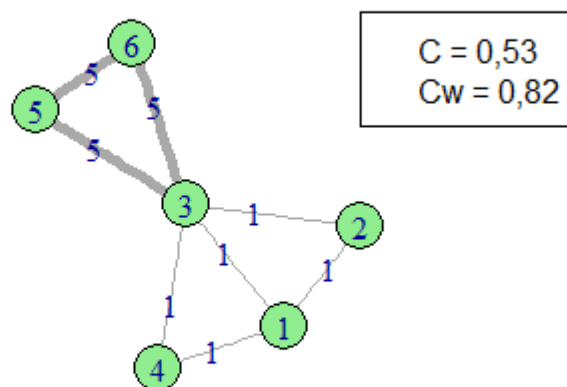
$C = N^{-1} \sum_i c_i$ mõõdab seega võrgustiku globaalset sidususe tihedust leides suletud kolmikute osakaalu võrgustikus. (Barrat et al., 2003).

Et võrgustike ühendused on varieeruva kaaluga, siis kasutatakse antud töös ka kaalutud klastrite koefitsienti, mille Barrat et al. (2003) on defineerinud kui:

$$c_i^w = \frac{1}{s_i(k_i - 1)} \sum_{j,h} \frac{(w_{ij} + w_{ih})}{2} a_{ij} a_{ih} a_{jh}$$

Kaalutud klastrite koefitsient võtab lisaks ühenduste olemasolule arvesse ka ühenduse tugevust. c_i^w arvutatakse iga kolmiku kohta, mis moodustub ühenduspunktiga i . Normalisatsioonifaktor $s_i(k_i - 1)$ korrutab iga ühenduse kaalu maksimaalse võimaliku kolmikute hulga, milles see võib esineda, mistõttu c_i^w omab väärtust 0 kuni 1 (joonis 6). Selle põhjal arvutatakse C^w ja $C^w(k)$, milles esimene on keskmine kaalutud klastrite koefitsient kõigi verteksite kohta ja teine verteksite kohta ühenduste arvuga k .

C ja C^w väärtused üldjuhul erinevad. Väärtuste erinevus on tingitud sellest, et C puhul võetakse arvesse vaid ühendusi elementide vahel, C^w arvestab ka ühenduse tugevust. Kui $C^w > C$, siis näitab see, et ühendatud kolmikud moodustuvad suurema tõenäosusega kõrgema kaaluga ühenduste vahel. Kui $C^w < C$, siis tekivad klastrid eelkõige madala kaaluga ühenduste vahel – äärealadele, mitte keskustesse. Sel juhul on klastritel väike efekt võrgustiku ühenduste organiseeritusel (Barrat et al., 2003).



Joonis 6. Kaalumata (C) ja kaalutud (C^w) keskmine klastrite koefitsient. Väärtused ühenduspunkti sees on elemendi indeksid, väärtused joontel kujutavad ühenduse tugevust.

Antud töös on keskmise klastrite koefitsiendi arvutamisel lähtutud neist ruutudest, mis on ühendatud ülejäänud võrgustikuga. Ruudud, millel ühendused puudusid, eemaldati arvutustest. See on vajalik Barrat' keskmise kaalutud klastrite koefitsiendi leidmiseks – vastasel juhul tekiks avaldisse 0-iga jagamine. Lisaks annab see tõesema pildi võrgustiku iseloomust – ei võeta

arvesse neid piirkondi, milles inimesed seoses nende ebaühtlase paiknemisega ruumis puudusid.

3.2.3. Võrgustike kesksusnäitajad

Viimaks arvutatakse võrgustiku elementidele välja nende kesksus. Antud töös on kasutatud järgmisi näitajaid *PageRanki*, mis väljendab tõenäosust, et antud punktist võib leida juhusliku inimese (Zhong et al., 2014). Näiteks venekeelse elanikkonna töö- ja ankurpunktide vaheliste liikumiste võrgustikus väljendab *PageRank* tõenäosust, et antud punktis töötab venekeelse elanikkonna esindaja. *PageRank* on defineeritud kui (Brin ja Page, 1998):

$$r_j = [(1 - \rho)/N] + \rho \sum_i r_i p_{ij}$$

kus $1 - \rho$ väljendab tõenäosust, et inimene j vahetab oma asukohta ühest võrgustiku elemendist teist ja p_{ij} on tõenäosus, et j liigub elemendist i elementi j . ρ on summutustegur, mille väärtuseks on nii standardina kui ka siin töös 0,85. *Pagerank* annab elemendile kesksusväärtuse, mis jääb vahemikku 0 kuni 1 ja sobib seetõttu hästi erinevate suurustega võrgustike võrdlemiseks (kõigi elementide väärtuste summa on 1).

4. Tulemused

4.1. Eesti- ja venekeelsete inimeste tegevuskohtade võrgustike piirkonnad Eestis

Kõigi vaadeldud võrgustike modulaarsuse näit on kõrge, mis viitab sellele, et võrgustikel on selge kogukondlik struktuur – oma liikumistes püstitakse valdavalt piirkondade sees (tabel 2). Eesti- ja venekeelse elanikkonna tulemuste vahel esines selgeid erinevusi. Seoses sellega, et venekeelne elanikkond paikneb Eestis laialdastes piirkondades üsna hõredalt, pole olnud võimalik märkimisväärset osa elementidest piirkondadesse ühendada. Elu- ja töökohtade vaheliste ankurpunktide juures ei kuulu piirkondadesse enam kui pooled ehk 198 elementi. Sekundaarsete ankurpunktide korral jäi ühendusteta 69 elementi.

Modulaarsuse ja klastrite koefitsientide väärtused viitavad sellele, et võrgustikul on selge struktuur. Kaalutud keskmise klastrite koefitsient on kõigi võrgustike korral kõrgem kui kaalumata koefitsient. Seega on võrgustikus tähtsamal kohal kesksamad elemendid – äärealad on ühendatud keskustega, mitte omavahel. Keskmise kaalutud klastrite koefitsient omab kõrgemaid väärtusi sekundaarsete ankurpunktide võrgustike korral, mis tähendab, et seal on keskuskohtade roll olulisem mobiilsuse mõjutajana.

Piirkondade hulk ja modulaarsustegur olid kõrgemad elu- ja töökohtade vaheliste ühenduste kui sekundaarsete ankurpunktide korral.

Tabel 2. Üle-eestiliste võrgustike piirkondade arv, modulaarsustegur, kaalutud ja kaalumata klastrite koefitsient ning ühendusteta elementide arv

	Eestikeelsed inimesed		Venekeelsed inimesed	
	Elu- ja töökohtade ankurpunktid	Elukohad ja sekundaarsed ankurpunktid	Elu- ja töökohtade ankurpunktid	Elukohad ja sekundaarsed ankurpunktid
Piirkondade arv	17	9	17	8
Modulaarsustegur Q	0,77	0,56	0,69	0,51
Kaalutud klastrite koefitsient	0,64	0,78	0,63	0,74

Kaalumata klastrite koefitsent	0,22	0,43	0,26	0,26
Ühendusteta elemendid	13	12	198	69

4.1.1. Elukoha ja töökoha vaheliste liikumiste võrgustikud Eestis

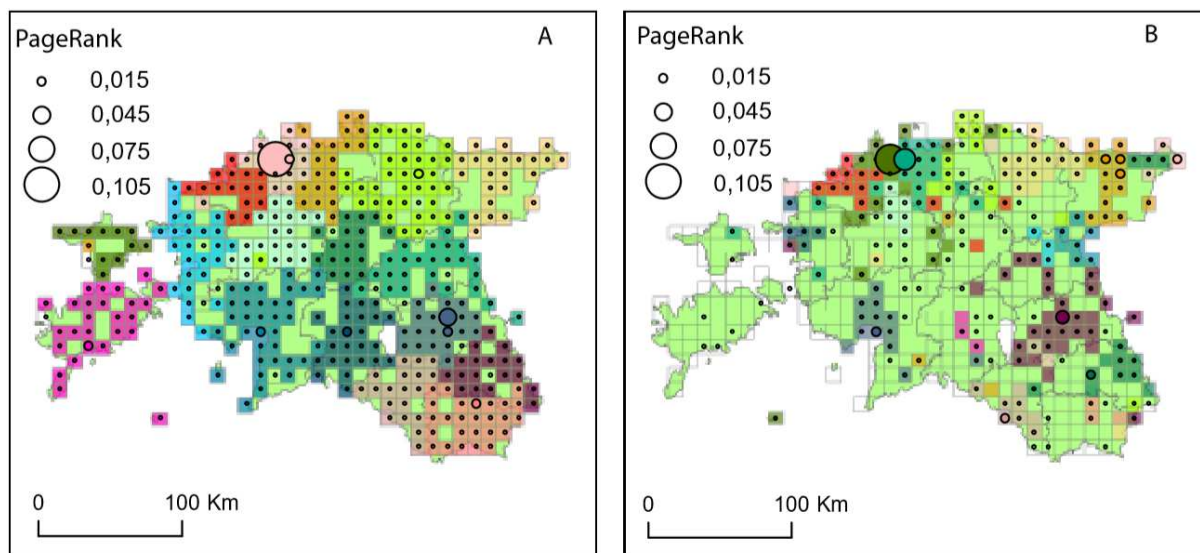
Eestikeelsete inimeste elu- ja töökohtade ankurpunktide vaheliste liikumiste põhjal tekkivad piirkonnad järgivad suures osas maakonnapiire (joonis 6A). Mõningaseks erandiks on Harjumaa ja Tallinn, mis jagunevad omakorda kolmeks – Harjumaa lääne- ja idaosaks ning Tallinn selle lähiümbrusega. Kokku moodustab 17 piirkonda, millest 3 asuvad Harjumaal ja ülejäänud hõlmavad valdavalt terviklikke maakondi.

Venekeelsete inimeste hulgas pole piirkondade piirid ruumiliselt ühtlased (joonis 6B). Seoses venekeelse elanikkonna väiksema valimi ja ebaühtlase paiknemisega on palju „tühjasid“ ruute, millel puuduvad ühendused ülejäänud võrgustikuga.

PageRanki alusel on venekeelsete inimeste hulgas seitse suuremat keskust Tallinn, Tartu, Kohtla-Järve, Narva, Pärnu, Valga, Põlva. Piirkonnad on moodustunud keskuste ümber.

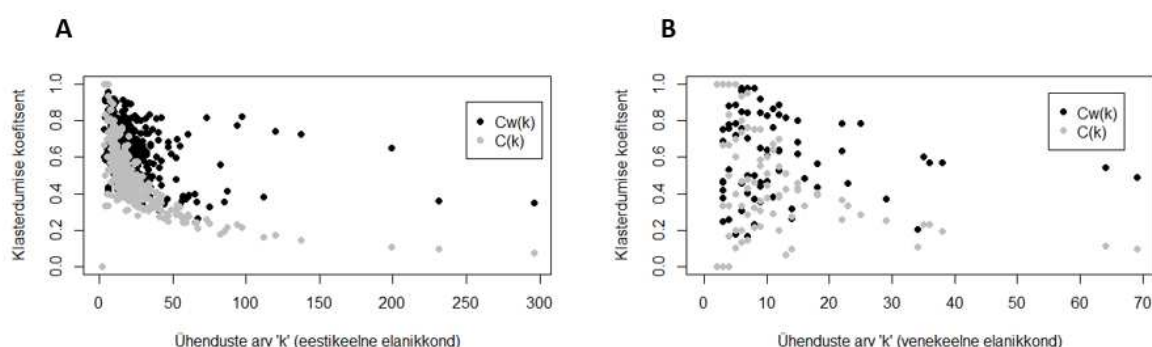
Harjumaa, kus suur osa venekeelsetest inimestest paikneb, on killustatud mitmeks piirkonnaks, kusjuures üks piiridest läheb läbi Tallinna. Ühe piirkonna moodustab kesklinna piirkond ja sellele lähedal asuv linnaline ümbrus, teise Lasnamäe koos Tallinnast ida poole jäävate aladega ja kolmanda Paldiski ning selle ümbrus.

Ida-Virumaal, kus samuti venekeelsete inimeste kontsentratsioon kõrgem on, tekkis kolm piirkonda. Ühe moodustab Narva koos Narva-Jõesuuga, teise, veidi suurema, Kohtla-Järve ja seda ümbritsev ala, ning kolmandaks Sillamäe-Toila, mis omab elemente üle kogu Eesti, eelkõige Põlvamaalt.



Joonis 6. Elukoha ja tööaja ankurpunktide võrgustike piirkonnad ja ruutude kesksus *PageRanki* alusel eestikeelsete (A) ja venekeelsete (B) inimeste hulgas.

Nii eesti- kui venekeelsete inimeste hulgas omavad kõrgema ühenduste arvuga ruudud madalamat klastrite koefitsienti (joonis 7). Seega on keskused ühendatud hulga, teineteisega mitteühendatud perifeersemate ruutudega. Eestikeelsete inimeste võrgustikus on keskseimad elemendid ühendatud ligi 300 teise elemendiga maksimaalsest võimalikust 378-st, mis ühendusi omavad (joonis 7A). Venekeelsete inimeste hulgas on ühenduste hulk märgatavalt väiksem, ka kõige kesksem element on ühendatud vähem kui 70 ruuduga (joonis 7B). Ka on enam selliseid elemente, millel on samaaegselt madal ühenduste arv ja millega ühendatud elemendid on teineteisest isoleeritud (omavad madalat klastrite koefitsient).



Joonis 7. Elukoha ja tööaja ankurpunktide võrgustike elementide klastrite koefitsiendid ühenduste arvu kohta eestikeelsete (A) ja venekeelsete (7B) inimeste hulgas.

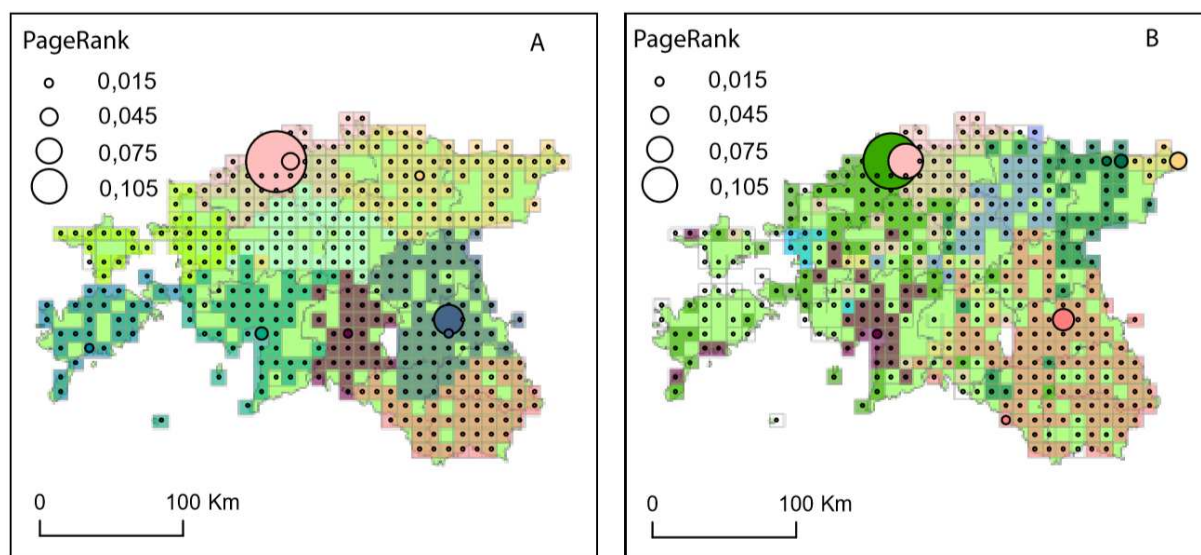
4.1.2. Elukoha ja teiste regulaarsete kohtade võrgustikud Eestis

Nii eesti- kui venekeelsete inimeste hulgas moodustuvad piirkonnad on elukoha ja teiste regulaarsete kohtade põhistes võrgustikes suuremad kui elukoha ja tööaja ankurpunktide võrgustikus (joonis 8). *PageRanki* alusel on kesksemate piirkondade tähtsus võrgustikus suurem.

Eestikeelsete inimeste hulgas on mitmed maakonnad ühendatud üheks piirkonnaks ja mõni maakond on killustunud erinevate piirkondade vahel (joonis 8A). Pärnu-, Harju-, Viljandi- ja Saaremaa piirkonnad jooksevad endistviisi võrdlemisi suure täpsusega maakonnapiire pidi, Võru-, Põlva- ja osa Valgamaast moodustavad ühe piirkonna, teine pool Valgamaast moodustab piirkonna koos Tartu- ja Jõgevamaaga. Lisaks moodustavad piirkonnad Hiiu- ja Läänemaa, Ida- ja Lääne-Virumaa, Rapla- ja Järvamaa.

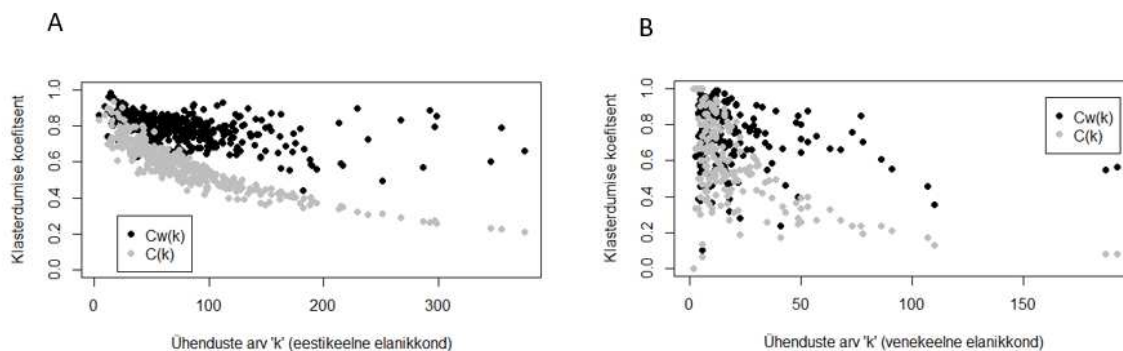
Keskseimate asukohtade – Tallinna, Tartu ja veidi ka Pärnu – osatähtsus on suurenenud, Kuressaare, Viljandi ja Rakvere omad on säilinud stabiilsetena. Ülejäänud võrgustiku ruutudes on kesksusväärtus see-eest madalam.

Venekeelsete inimeste hulgas on Harjumaa jaotunud kaheks, kuid jällegi kulgeb piirkondade piir keset Tallinnat kesklinna ümbruse ja Lasnamäe vahel (joonis 8B). Narva on koos Sillamäe-Toilaga ühine piirkond. Piirkonnad on ruumiliselt ühtlasemad kui elukoha ja tööaja ankurpunktide võrgustikus. Vaid kaks Harjumaal paiknevat piirkonda omavad selgelt elemente üle kogu Eesti – eelkõige Kesk- ja Lääne-Eestist.



Joonis 8. Elukoha ja sekundaarsete ankurpunktide võrgustike piirkonnad ja ruutude kesksus *PageRanki* alusel eestikeelsete (A) ja venekeelsete (B) inimeste hulgas

Taaskord langeb klastrite koefitsiendi väärtus ühenduste arvu kasvamisel (joonis 9). Tulemused sarnanevad töökohtade võrgustikuga. Eestikeelsete inimeste hulgas on kõige kõrgemate kesksusnäitajatega ruudud ühendatud peaaegu kõigi ruutudega võrgustikus (joonis 9A). Ka venekeelsete inimeste hulgas on märgatavalt kõrgema ühenduste arvuga elemente (joonis 9B).



Joonis 9. Elukoha ja sekundaarsete ankurpunktide võrgustiku klastrite koefitsient ühenduste arvu kohta eestikeelsete (A) ja venekeelsete (B) inimeste hulgas. Joonise tegemisel kasutatud tarkvara: R.

4.2. Eesti- ja venekeelsete inimeste tegevuskohtade võrgustike piirkonnad Tallinnas

Üksnes Tallinna piires on eesti- ja venekeelsete inimeste võrgustikud paremini võrreldavad kui kogu Eesti korral, sest gruppide suurused on sarnasemad. Nii tekkivate piirkondade hulk kui modulaarsustegur Q ei erine keelegruppide hulgas enam nii märgatavalt (tabel 3). Kui elu- ja töökohtade vaheliste ühenduste alusel tekkiv võrgustik omab üsna keskmist modulaarsuse väärtust (vastavalt 0,40 ja 0,43), siis sekundaarsete ankurpunktide korral on väärtused juba madalamad (0,26 ja 0,24). Seega ületatakse piirkondade piire sekundaarsete ankurpunktide korral rohkem ja võrgustiku kogukondlik struktuur on nõrgem. Nii eesti- kui venekeelsed inimesed jälgivad tööle liikumisel konkreetsemaid piire, sekundaarsete ankurpunktide vahel liigutakse hajusamalt.

Keskmine kaalutud klastrite koefitsient on veidi kõrgem kui kaalumata koefitsient, kuid mõlemad omavad võrdlemisi kõrget väärtust. See väljendab võrgustiku tihedat ja võrdlemisi ühtlast seotust.

Tabel 3. Tallinna-põhiste võrgustike piirkondade arv, modulaarsustegur, kaalutud ja kaalumata klastrite koefitsient ning ühendusteta elementide arv

	Eestikeelsed inimesed		Venekeelsed inimesed	
	Elu- ja töökohtade ankurpunktid	Elukohad ja sekundaarsed ankurpunktid	Elu- ja töökohtade ankurpunktid	Elukohad ja sekundaarsed ankurpunktid
Piirkondade arv	8	5	8	4
Modulaarsustegur Q	0,40	0,24	0,43	0,26
Kaalutud klastrite koefitsient	0,83	0,96	0,61	0,89
Kaalumata klastrite koefitsient	0,73	0,90	0,52	0,77
Ühendusteta elemendid	4	4	4	4

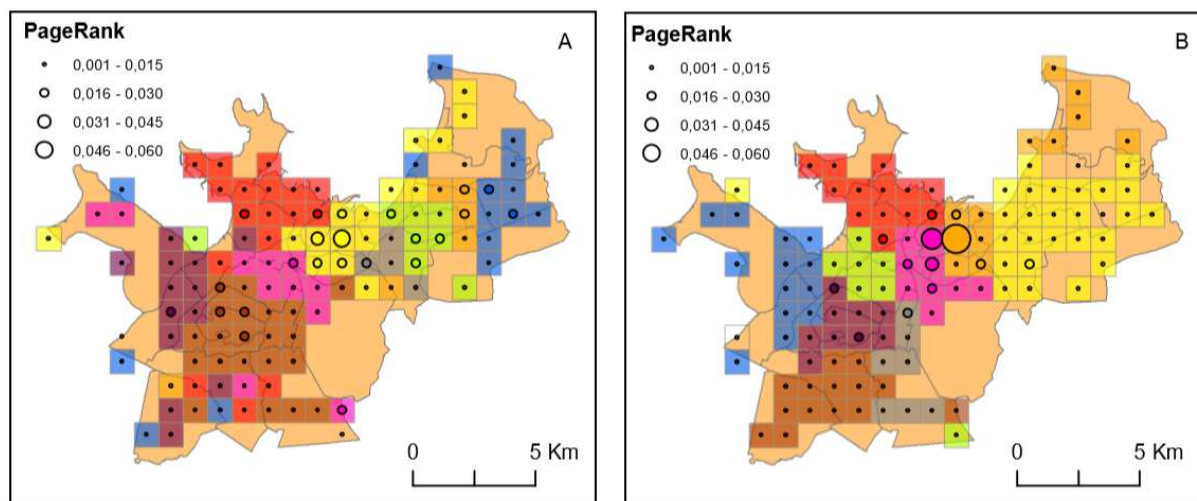
4.2.1. Elukoha ja töökoha vaheliste liikumiste võrgustikud Tallinnas

Eestikeelsete inimeste hulgas on kesklinn *PageRank* alusel keskseim ala (joonis 10A). Kõrgema kesksusega ruute leidub veel Kristiine, Mustamäe ja Lasnamäe linnaosades. Tekkinud piirkonnad on ruumiliselt ühtlased mõne väikese erandiga. Kesklinn on jaotunud mitmeks erinevaks piirkonnaks ja keskseimate väärtustega ruudud asuvad piirkondade äärealadel.

Klastrite koefitsient omab ühtlaselt kõrgeid väärtusi kõigi võrgustikuelementide ulatuses, mis tähendab, et kogu linn moodustab võrdlemisi kompaktse võrgustiku (Joonis 11A). Kaalutud klastrite koefitsient on veidi kõrgem kaalumata koefitsiendist, mis tähendab, et suurem osa elanikest liigub siiski kesksemate piirkondade vahel ja perifeersete vahel on ühendusi vähem. Klastrite koefitsient hakkab langema elementide hulgas, millel on ühendusi vähemalt 70 teise elemendiga. Kõrgeima ühenduste hulga elementid on ühendatud peaaegu kõigi elementidega võrgustikus ($k > 100$).

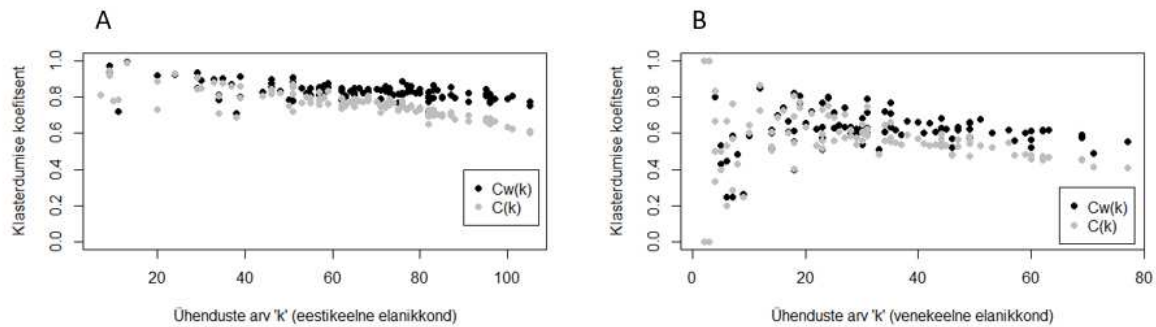
Venekeelsete inimeste hulgas on samuti kõrgeima kesksusega ruudud kesklinnas, kuid kesklinna tähtsus on väiksem ja on rohkem kõrgema kesksusväärtusega ruute, eriti Lasnamäe

ja Mustamäe piirkonnas (Joonis 10B). Lisaks asub üks kõrgema kesksusega ruut Ülemiste järvest lõunas. Ruumiliselt ei moodusta piirkonnad nii ühtlaseid tervikuid kui eestikeelse elanikkonna hulgas. Kuigi Lasnamäe ala võib pidada *PageRanki* alusel pigem keskseks, siis Lasnamäes endas konkreetne keskus puudub. Lasnamäe on killustunud kolmeks väiksemaks piirkonnaks, mille sisse kuulub sealjuures ruumiliselt üsna juhuslikult paiknevaid ruute kogu Tallinnast.



Joonis 10. Elukoha ja tööaja ankurpunktide võrgustike piirkonnad ja ruutude kesksus *PageRanki* alusel venekeelse (A) ja eestikeelse (B) elanikkonna hulgas.

Klastrite koefitsient omab madalamaid väärtusi kui eestikeelsete inimeste hulgas, mis tähendab, et võrgustik ei ole ühendatud niivõrd kompaktselt kui eestikeelne (Joonis 11B). Lisaks on hulk elemente, millel on nii madal ühenduste arv kui ka klastrite koefitsiendi väärtus. Seega on venekeelsete inimeste hulgas võrgustikus ka linna sees selliseid piirkondi, mis on ühendatud väheste elementidega ning lisaks veel omavahel ühendatud pole. Ka kõige kesksamate ruutude ühenduste arv jääb alla 80.



Joonis 11. Elukoha ja tööaja ankurpunktide võrgustike elementide klastrite koefitsiendid ühenduste arvu kohta eestikeelse (A) ja venekeelse (B) elanikkonna hulgas.

4.2.2. Elukoha ja teiste regulaarsete kohtade võrgustikud Tallinnas

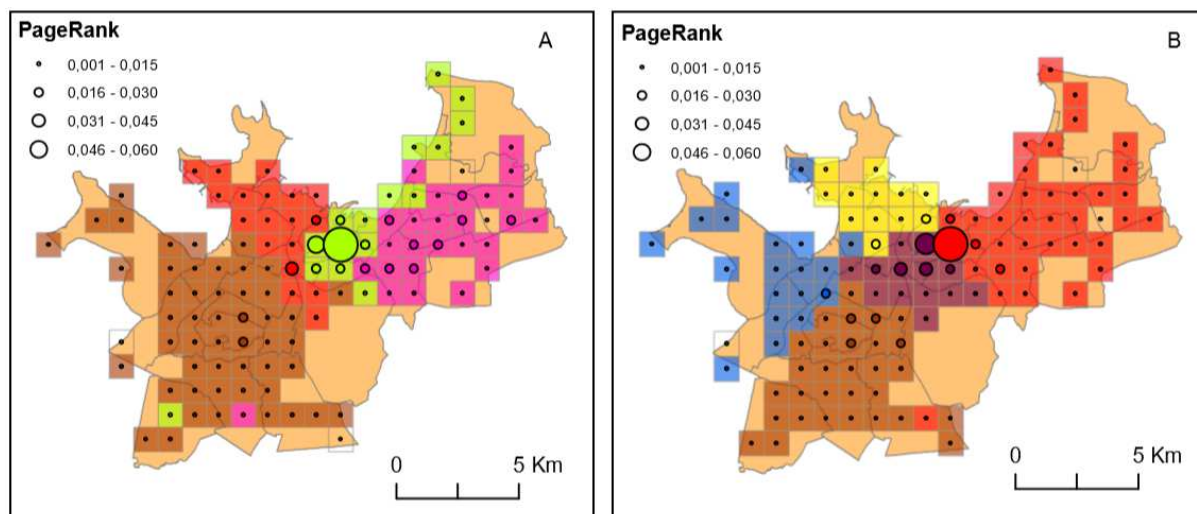
Nii eesti- kui venekeelsete inimeste hulgas asuvad tsentraalseimad ruudud Kesklinnas (joonis 12). Eestikeelsete inimeste hulgas on mõningaid kõrgema kesksusega ruute ka Mustamäel (joonis 12A), venekeelsete inimeste hulgas Lasnamäel (joonis 12B). Piirkondades leidub siiski erinevusi.

Eestikeelsete inimeste võrgustik jaotub viieks ühtlaselt piiritletud piirkonnaks. Kesklinn koos Lasnamäe ja Piritaga moodustab ühe suure piirkonna, Kristiine koos Kesklinna lõunaosaga teise, Mustamäe koos Nõmmega kolmanda. Nii Haabersti kui Põhja-Tallinn on eraldi piirkonnad.

Klastrite koefitsient omab kogu võrgustiku ulatuses peaaegu maksimaalseid väärtusi, mis näitab, et kogu võrgustik on tihedalt seotud (joonis 13A). Kaalumata klastrite koefitsient hakkab langema elementide hulgas, millel on vähemalt 100 ühendust – sealtmaalt leiab aset seda, et kesksemad ruudud on ühendatud sellistega, mis omavahel ühendatud pole.

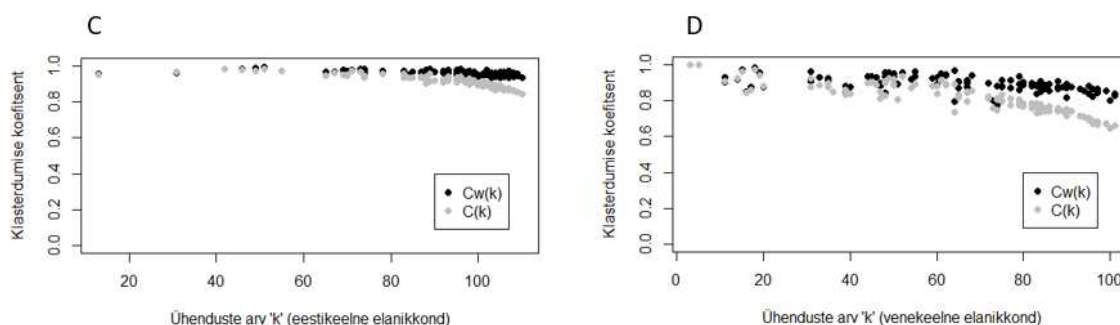
Ka venekeelsete inimeste hulgas on piirkondade piirid ühtlased – selliseid elemente, mis oleks ruumiliselt eraldunud piirkonna põhimassist, on vähe (joonis 12A). Ühe Piirkonna moodustab Lasnamäe ja sellega piirnevad alad, teise Kesklinn koos Piritaga mereäärse piirkonnaga,

kolmanda Nõmme-Mustamäe-Haabersti osaga Kristiinest ja neljanda Põhja-Tallinn Kesklinna lõunaosaga.



Joonis 12. Elukoha ja sekundaarsete ankurpunktide võrgustike piirkonnad ja ruutude kesksus *PageRanki* alusel venekeelsete (A) ja eestikeelsete (B) inimeste hulgas.

Klastrite koefitsient on kogu võrgustiku piires võrdlemisi kõrge, kuigi veidi madalam kui eestikeelsete inimeste hulgas (Joonis 13B). Kaalumata klastrite koefitsient hakkab langema elementide hulgas, millel on enam kui 60 ühendust. Sealtmaalt alates omab kaalutud koefitsient veidi kõrgemat väärtust kaalumata koefitsiendist. Erinevalt tööaja ankurpunktidest ei ole sekundaarsete ankurpunktide võrgustikus selliseid ruute, mis omaks nii ühenduste arvult kui klastrite koefitsiendilt madalat väärtust.



Joonis 13. Elukoha ja tööaja ankurpunktide võrgustike elementide klastrite koefitsiendid ühenduste arvu kohta eestikeelsete (A) ja venekeelsete (B) inimeste hulgas.

4.3. Eesti ja venekeelsete inimeste tegevuskohtade piirkondade seos asutussüsteemiga

Üle-eestiliselt moodustuvad eestikeelsete inimeste hulgas piirkonnad, mis võrdlemisi suure täpsusega järgivad maakonnapiire. Kui tööaja ankurpunktide võrgustikus on iga maakonna kohta üks võrgustik ja Harjumaal kolm (kokku 17 piirkonda), siis sekundaarsete ankurpunktide võrgustikus on mitmed maakonnad ühendunud ühtseteks piirkondadeks, mida on kokku 9.

Venekeelsete inimeste hulgas piirkondade ja maakondade piiride vahel selgeid seoseid ei ole. Piirkonnad pole ühtlased; on ruute, mis on ühendunud piirkondadega, mis on geograafiliselt ruutudest endist kaugel. Maakonnapiiride asemel on määravamaks aspektiks ruutude kesksus – asulad, mille ümber piirkonnad moodustavad.

Näiteks, Ida-Virumaal on kokku kolm piirkonda – ühe moodustab Narva koos Narva-Jõesuu ja Narvast lõuna poole jääva alaga, teise (veidi suurema) Kohtla-Järve ja seda ümbritsevad alad ja kolmanda Sillamäe-Toila, mis lisaks omab elemente suuremal hulgal ka Põlva- ja Valgamaalt.

Sekundaarsete ankurpunktide korral on võrgustikus vähem ühendusteta ruute. Tallinna keskelt jooksvad piirkonda omavad tihedalt elemente üle kogu Eesti – eriti Rapla- ja Pärnumaalt ning neist läände jäävatelt aladelt. Ka Ida-Virumaal ja Lõuna-Eestis on piirkonnad võrreldes tööaja ankurpunktidega erinevad. Piirkonnad on moodustunud suuremate keskuste ümber järgimata maakonnapiire.

5. Arutelu

Eesti- ja venekeelsete inimeste hulgas esineb erinevusi nii tegevuskohtade põhistes piirkondades kui ka võrgustiku ühendatuse määras. Üle-eestilisel skaalal oli võrgustike kogukondlik struktuur tugevam kui Tallinnas, sest Tallinnas moodustab kogu linn üsna kompaktse võrgustiku.

Võrgustiku üldjoonte kirjeldamiseks kasutati klastrite koefitsienti. Nii eesti- kui venekeelsete inimeste hulgas üle-eestilisel skaalal olid klastrite koefitsiendid madalamad elementide hulgas, millel oli enam ühendusi. Tegu on tavapärase nähtusega komplekssetes võrgustikes, mis väljendab seda, et keskused on ühendatud suure hulga teineteisest isoleeritud perifeersete piirkondadega (Barrat et al., 2003, Barthelemy, 2010).

Klastrite koefitsiendi erinevused viitasid ka sellele, et eestikeelsete inimeste võrgustikud on ühendatumad kui venekeelsete omad. Selle peamiseks põhjuseks paistab olevat venekeelsete inimeste väiksem koguhulk ja ebaühtlane ruumiline paiknemine. Venekeelsete inimeste võrgustikud on „hõredama“ ülesehitusega – ruudud on ühendatud väiksema hulga teiste ruutudega, mis omakorda ühendatud pole. Venekeelsed inimesed on valdavalt koondunud linnadesse ja tööstuspiirkondadesse (Tammaru ja Kulu, 2003), mistõttu on vähem ühendusi linnaväliste piirkondade vahel. Venelaste kõrgem osakaal tööstussektoris tähendab seda, et tööstuspiirkondi ümbritsevatest aladest valgub sinna inimesi kokku, kuid ümbritsevate alade vaheliste ühenduste vajadus puudub.

Tallinna skaalal on klastrite koefitsient ühenduste arvu kohta ühe võrgustiku ulatuses võrdlemisi konstantne. Selle põhjuseks võib olla, et väiksema ruumilise ulatusega võrgustikus ei pruugi mitmed võrgustikele iseloomulikud näitajad ilmned, sest ühendustevaheline distants pole piisav, et piiravaks osutuda (Chowell et al., 2003, Barthelemy, 2010).

Tulemuste mängivad rolli tõenäoliselt ka sotsialvõrgustikud (Tammaru ja Kulu, 2003, Silm ja Ahas, 2014, Mägi et al., 2015). Puura et al. (2017) on leidnud, et sotsialvõrgustikud mõjutavad tegevuskohtade valikut – laiemas sotsialvõrgustikuga inimesed külastavad ka suuremat arvu tegevuskohti. Sotsialvõrgustikute mõju mobiilsuskäitumisele on tugevam asutussüsteemi hierarhias kõrgemal positsioonil paiknevates piirkondades ja nõrgem näiteks väikelinnades ja maapiirkondades.

Lisaks võib mõju avaldada see, et venekeelsed inimesed eelistavad lävida piirkondades, kus nende kontsentratsioon on juba kõrgem (Mägi et al., 2015). Cho et al. (2011) sõnul omavad just distantsilt pikemates liikumistes suuremat rolli sotsiaalsed kontaktid. Seoses sellega on võrgustikus venekeelsete inimeste poolt hõredamalt asustatud piirkonnad enam ühendatud keskmate kohtadega ja hõredamate alade endi vahel ühendused puuduvad.

Eesti- ja venekeelsete inimeste poolt tekkinud võrgustike piirkondlikes struktuurides esineb selgeid geograafilisi erinevusi. Üle-eestilisel skaalal on need suures osas tingitud etniliste gruppide erinevast geograafilisest paiknemisest. Siiski mängivad rolli ka mobiilsusvalikud.

Eestikeelse elanikkonna võrgustikest tekkivate piirkondade halduspiiride järgimine toetab Ratti et al. (2010) ja Sobolevsky et al. (2013) uuringuid, kus samuti kerkisid regionaalpiirid suure täpsusega esile. Seega toetab antud töö Ratti et al. (2010) arvamust, et lisaks geograafilisele distantsile on inimeste mobiilsusvõrgustikel oluline koht ka regionaalpiiridel – eelistatakse püsida samas omavalitsuses.

Venekeelse elanikkonna hulgas ei ole üle-eestilised võrgustikud sedavõrd ühtlased. On mitmeid tegureid, mis seda mõjutada võisid:

- 1) venekeelsed inimesed on Eestis suuremal määral esindatud võrdlemisi väiksel alal – valdavas osas Eestis on neid vähe. Kui mingis piirkonnas oli venekeelsete inimeste hulk hõre, siis kaasnes sellega ka madal ühenduste arv, millest mõni ühendus võis oli ka kesksema piirkonnaga. Niisiis võisid mõned ruudud olla teineteisest võrdlemisi kaugel ja kuigi nendevaheline ühendus oli nõrk, siis sattusid nad samasse piirkonda. Et venekeelsed inimesed on koondunud valdavalt linnadesse ja tööstuspiirkondadesse, siis olidki ebaühtlased piirkondade piirid mõnevõrra ootuspärased.
- 2) Venekeelsed inimesed ei jälgigi halduspiire sellisel määral nagu eestikeelne. Venekeelsete inimeste tegevusruum on geograafiliselt piiratum (Silm ja Ahas, 2014). On tavaline et omatakse tööaja või muid regulaarseid ankurpunkte samas ruudus, milles asub ta elukoht. Cafieri et al. (2010) on näidanud, et sedasorti silmuste olemasolu omab mõju piirkondade tekkimisele.

Üle-eestiliselt on elukoht-töökoht võrgustikus venekeelsete inimeste mobiilsuskäitumine killustatum kui elukoht-sekundaarne ankurpunkt võrgustikus. Võrreldes eestikeelsete inimestega on piirkondade paiknemine hajusam – üle Eesti on piirkondi, mis on ühendatud näiteks Tallinna, Tartu, Kohtla-Järve või Pärnuga. See demonstreerib keskuste tähtsat mõju venelaste vaba aja kasutuses. Ka suuremad tööstuspiirkonnad omavad venekeelse elanikkonna

võrgustikus suuremat tähtsust – Kirde-Eesti põlevkivitööstuse piirkond on seotud ruutudega üle kogu Eesti. Kui Narva ja Kohtla-Järve vaheline ala omab tööaja ankurpunktide alusel tugevat ühendatust elementidega Põlvamaal, siis muude regulaarsete ankurpunktide põhjal on sama piirkond seotud Narvaga ja Põlvamaa piirkond Tartuga.

Venekeelsete inimeste üle-eestilise võrgustiku kogukondliku struktuuri uurimisel väärub märkimist Harjumaa. Nii kodu- ja töökohtade kui ka elukohtade ja sekundaarsete ankurpunktide võrgustiku korral on Tallinn jaotunud kaheks – kesklinna piirkond ja sellest lääne poole jäävad alad moodustavad ühe piirkonna, Lasnamäe ja sellest ida poole jäävad alad teise. See viitab sellele, et suur osa venekeelsest elanikkonnast, kes elab Tallinna läheduses või Tallinnas endas, ei pendelda Lasnamäe ja ülejäänud Tallinna vahel. Selle põhjuseks võib jällegi olla see, et venekeelsed inimesed liiguvad enam piirkondades, kus nende kontsentratsioon on kõrgem (Silm ja Ahas, 2014, Mägi et al., 2015). Et Kesklinn ja Lasnamäe jäid erinevatesse 10-kilomeetristsesse ruutudesse, oli antud töös juhuslik kokkusattumus, kuid antud piiri tasub uurida, et kindlalt väita, kas selle taga on reaalsed demograafilised protsessid või on tegu vaid metoodikavalikust ja andmetöötlusest tingitud iseärasusega.

Tallinna linn omab venekeelsete inimeste hulgas enam keskuseid kui eestikeelne. Samas, kuigi elanike arvu poolest on venekeelsete inimeste osakaal Tallinnas kõige kõrgem Lasnamäel, siis kõrgeima kesksusega on sellegipoolest kesklinna piirkond, seda eriti sekundaarsete ankurpunktide korral. Ka varasemad tööd on näidanud, et vaba aja veetmisel on ruumiline eraldatus väiksem (Toomet et al., 2015, Silm et al., 2017).

Nii eesti- kui venekeelsete inimeste võrgustikes tekkis enam piirkondi elukoht-töökoht võrgustikes ja vähem elukoht-sekundaarsed ankurpunktid võrgustikes, mis näitab kodu-töökoht vaheliste liikumiste kõrgemat tsentraliseeritust. Sekundaarsete ankurpunktide hulgas omavad kõrgemat tähtsust keskused (eestikeelsete inimeste hulgas eelkõige Tallinn ja Tartu, venekeelsete inimeste hulgas lisaks veel Narva ja Kohtla-Järve). Inimesed liiguvad nendesse kokku üle kogu Eesti, kuid igast piirkonnast võrdlemisi väiksel hulgal. Seetõttu on sekundaarsete ankurpunktide korral modulaarsus madalam – enam on piirkondade üleseid ühendusi. Antud omadus on ruumilistele võrgustikele omane – kesksemad punktid omavad arvukalt nõrku ühendusi (Danchev ja Porter, 2018).

Kasutatud metoodika võimaldas iseloomustada keelegruppide vahelisi erinevusi. Täpsemate järelduste tegemiseks on vajalik metoodika edasiarendamine. Üheks probleemiks on venekeelsete inimeste väiksem koguhulk. Saamaks paremat pilti sellest, millised piirkonnad

venekeelsete inimeste hulgas millistega on ühendatud, võib edasiste tööde tegemisega samal teemal katsetada suurema ruudu küljepikkusega või keskenduda vaid aladele, kus inimeste arv on kõrgem.

Et paremini eesti- ja venekeelset elanikkond võrrelda, võib mõistlikuks osutuda valimite suuruste võrdsustamine. Võrgustikus olev ühenduste koguhulk on oluline näitaja. Et näiteks klastrite koefitsient omaks täielikult võrreldavaid väärtusi võib eestikeelsetest inimestest teha juhuvalimi, mille suurus oleks võrdne venekeelsete inimeste omaga.

Üheks *Multileveli* nõrkuseks antud töö juures võib pidada seda, et algoritm kasutab sisendina suunamata võrgustikku, samas kui inimliikumised on selgelt suunaga. Seetõttu pole antud töös võrgustiku ühenduste juures vahet, kas inimene elab punktis i ja töötab punktis j või vastupidi – algoritmi jaoks on see üks ja sama. Antud uurimistöö varajases staadiumis katsetati ka algoritmiga *Infomap*, mis on üheks vähesteks, mis võimaldavad suunatud ja kaalutud võrgustike alusel kogukondliku struktuuri hindamist ja mida on seetõttu ruumilise võrgustike kirjeldamiseks kasutanud Zhong et al. (2014). Kahjuks jäi see Tallinna-siseste piirkondade eraldamisel hätta, moodustades nii eesti- kui venekeelsete inimeste puhul kogu Tallinnast vaid ühe piirkonna.

6. Kokkuvõte

Eesti- ja venekeelsete inimeste tegevuskohtade põhistes piirkondades esineb mitmeid erinevusi. Üle-eestiliselt eristub töökoht-elukoht võrgustikes eesti- ja venekeelsete inimeste vahel Kesk- ja Lääne-Eesti, kus venekeelseid inimesi vähe on. Selge erinevus ilmneb Harjumaal – venekeelsete inimeste hulgas jaotub jookseb keset Tallinnat Lasnamäe piirkonna ja sellest lääne poole jäävate alade vahel piir. Tulemus on märkimisväärne, sest vaadeldud on kogu riiki katvat võrgustikku.

Tallinnasiseselt paistab töökoht-elukoht võrgustikes ühe erinevusena silma kesklinna piirkond, mis eestikeelsete inimeste hulgas on mitme piirkonna piirialaks, venekeelsete inimeste hulgas aga moodustab eraldi terviku, mida ümbritsevad teised piirkonnad. Teiseks suuremaks erinevuseks on Lasnamäe ala, mis venekeelsete inimeste hulgas on jaotunud kolmeks erinevaks piirkonnaks.

Sekundaarsete ankurpunktide erinevusena võib välja tuua, et kui Tallinnas moodustab eestikeelsete inimeste hulgas Õismäe piirkond eraldi piirkonna, siis venekeelse elanikkonna hulgas on see ühendatud Mustamäe ja Nõmme aladega. Teiseks esineb erinevusi jällegi kesklinna ümbruses (sealhulgas Põhja-Tallinnas) ja Lasnamäe ümbruses.

Nii Tallinnas kui ka üle Eesti viitab klastrite koefitsient venekeelsete inimeste võrgustiku suuremale ruumilisele killustatusele, kuid sealjuures võib mängida rolli ka venekeelsete inimeste väiksem hulk.

Töökoha ja muude regulaarsete kohtade võrgustike piirkondades esineb ruumilisi kattuvusi. Sekundaarsete ankurpunktide võrgustikes omavad tekkivad piirkonnad läbivalt madalamat modulaarsust mõlema keelegrupi lõikes, mis tähendab suuremat piirkondadeülest ühenduste hulka. Ka piirkondi ise moodustub vähem. Regulaarsete tegevuskohtade hulgas on keskused võrgustikus suurema osatähtsusega kui töökohtade hulgas.

Venekeelsete inimeste piirkondades esineb tööaja ja muude regulaarsete tegevuskohtade võrgustike võrdlemisel enam erinevusi kui eestikeelse elanikkonna hulgas. Kui eestikeelsete inimeste hulgas meenutavad sekundaarsete ankurpunktide piirkonnad valdavalt tööaja ankurpunktide omi, siis venekeelsete inimeste hulgas esineb sarnast mustrit vähem – näiteks Lõuna-Eesti, mis on killustunud töökohtade võrgustikus, kuid ühtlane sekundaarsete ankurpunktide omas.

Eestis on piirkondade ühendatus ja isoleeritus seotud linnaliste asulate kesksusega – üldiselt on ääremaalised piirkonnad tugevamalt seotud oma maakonnakeskusega. Eestikeelsete inimeste hulgas kattusid piirkonnad üsna selgelt maakondadega. Ka Tallinna linnas moodustunud piirkonnad olid ruumiliselt üsna ühtlased, kuid linnaosade piiridega täpsem kokkulangevus puudus. Ka venekeelsete inimeste hulgas on tähtsal kohal Eestisesed keskused, kuid maakondi piirkonnad erilise selgusega ei järginud.

7. Summary

Districts of Activity Place Networks of Estonian- and Russian-speaking people

Ago Tominga

The aim of the thesis was to find the districts in the networks of activity places among Estonian- and Russian-speaking people. Activity places used were home, work-time and other regular anchor points. From these OD matrices were formed. The study used following network analyses tools: community detection, clustering coefficient and centrality index called PageRank.

Altogether eight different networks were analyzed: networks of home and work-time anchor points and networks of home and secondary anchor points both in Tallinn and Estonia among Estonian and Russian-speaking people.

The analyses showed clear differences among the ethnic groups both over all Estonia and in Tallinn. As Estonian-speaking people form the majority, they had more connections within their networks. Clustering coefficient showed, that the networks of Russian-speaking people had more isolated nodes within them.

Geographically, the districts formed by Estonian-speaking people in the networks that included all of Estonia followed the boundaries of counties quite precisely. Among Russian-speaking people such trend was not visible – their districts were mostly formed around bigger towns in Estonia. Also, the geographical distribution of the districts of Russian-speaking people was more fragmented.

An important finding was that among Russian-speaking people Harju county was split in half right in the centre of Tallinn between the city centre and Lasnamäe. This means that the Russian-speaking people within the city and in surrounding areas have few connections between Lasnamäe and the city centre.

Differences were smaller if only Tallinn was considered. Although, again the networks of Russian-speaking people were more sparse and there were more isolated nodes than in the case of Estonian-speaking people. There were some geographical differences in the districts formed.

The differences networks of home and work-time anchor points and home and secondary anchor points were smaller among Estonian-speaking people than among Russian-speaking

people. In the case of Estonian-speaking people the networks of secondary anchor points resembled aggregated work-time anchor point networks to quite a high degree. That was not the case with the networks of Russian-speaking people, where there were greater differences.

The different centres were more pronounced in the case of secondary anchor points.

8. Tänuavaldused

Täna oma juhendajaid Siiri Silma ja Veronika Moosest soovituste, nõuannete ja abistavate märkuste eest ning OÜ Positium LBS-i, kes võimaldasid ligipääsu töös kasutatud andmetele.

Lisaks soovin tänada professor Rein Ahast, kes pakkus välja esialgse idee uurimistöö teema ja metoodika osas.

8. Kasutatud materjalid

- Ahas, R., Aasa, A., Roose, A., Mark, Ü., Silm, S. 2008. Evaluating passive mobile positioning data for tourism surveys: An Estonian case study. *Tourism Management* 29(3): 469–486
- Austwick-Zaltz, M., O'Brien O, Strano E., Viana M. (2013) The Structure of Spatial Networks and Communities in Bicycle Sharing Systems. *PLoS ONE* 8(9): e74685. doi:10.1371/journal.pone.0074685
- Barrat, A., Barthelemy, M., Pastor-Satorras, R., Vespignani, A. (2004) The architecture of complex weighted networks. *PNAS* 101(11). <https://doi.org/10.1073/pnas.0400087101>
- Barthelemy, B. (2010) Spatial Networks. Institut de Physique Theorique. Internet: <https://arxiv.org/pdf/1010.0302.pdf> Vaadatud:
- Bertolini, L., Dijst, M. (2010) Mobility Environments and Network Cities. *Journal of Urban Design*, 8:1, 27-43, DOI: 10.1080/1357480032000064755
- Blondel, V. D., Guillaume, J.-L., Lambiotte, R., Lefebvre, E. (2008) Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of Statistical Mechanics*, P10008
- Brin, S., Page, L. (1998) The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine. *Proceedings of the 7th World-Wide Web Conference*, Brisbane, Australia
- Cafieri, S., Hansen, P., Liberti, L. (2010) Loops and multiple edges in modularity maximization of networks. *Physics Reviews E* 81(4). DOI: 10.1103/PhysRevE.81.046102
- Castells, M. (2010) *The Rise of the Networked Society* 2nd Edition. Wiley-Blackwell. Suurbritannia
- Chowell, G., Hyman, J. M., Eubank, S., Castillo-Chavez, C. (2003) Scaling laws for the movement of people between locations in a large City. *Physics Reviews E* 68. DOI: 10.1103/PhysRevE.68.066102
- Clauset, A., Newman, M. E. J., Moore, C. (2004) Finding community structure in very large networks. *Physical Review* 70, DOI: 10.1103/PhysRevE.70.066111
- Danchev, V., Porter, M. (2018) Neither global nor local: Heterogeneous connectivity in spatial

network structures of world migration. *Social Networks* 53 (2018), 4-19.
<https://doi.org/10.1016/j.socnet.2017.06.003>

Eesti statistikaamet. Rahva ja eluruumide loendus 2011

Ellegård, K. & Vilhelmsson, B. (2004) Home as a Pocket of Local Order: everyday activities and the friction of distance, *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 86(4), 281-296.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.0435-3684.2004.00168.x>

Fortunato, S. (2010) Community Detection in Graphs, *Physics Reports* 486, lk 75–174.
<https://doi.org/10.1016/j.physrep.2009.11.002>

Girvan, M., Newman, M. E. J. (2002). Community Structure in Social and Biological Networks. *PNAS* 99(12) 2002, lk 7821-7826

Ham, M. Tammaru, T. (2016) New perspectives on ethnic segregation over time and space. A domains approach. *Urban Geography* 37(7) 2016

Isaacman, S., Becker, R., Caceres, R., Kobourov, S., Rowland, J., Varshavsky, A. (2011). A Tale of Two Cities. HotMobile 2010, February 22-23, Annapolis, Maryland, US

Johnston, R., Poulsen, M., Forrest, J. (2007) The Geography of Ethnic Residential Segregation: A Comparative Study of Five Countries. *Annals of the Association of American Geographers* Vol. 97, No. 4 (Dets, 2007), lk 713-738

Kempen, R., Özükeren, S. (1998) Ethnic Segregation in Cities: New Forms and Explanations in a Dynamic World. *Urban Studies*, Vol 35, No. 10, lk 1631-1656

Kwan, M-P. (2002) Gender, the Home-Work Link, and Space-Time Patterns of Nonemployment Activities

Kwan, M-P. (2013) Beyond Space (As We Know It). *Annals of the Association of American Geographers*, 103(5) 2013, lk 1078–1086

Marcinczak, S. (2012) The evolution of spatial patterns of residential segregation in Central European Cities: The Łódź Functional Urban Region from mature socialism to mature post-socialism. *Cities* 29 (2012) 300-309

Massey, D., Denton, (1988). The Dimensions of Residential Segregation. The University of South Carolina Press.

- Mägi, K., Leetmaa, K., Tammaru, T., van Ham, M. (2015) Types of spatial mobility and change in people's ethnic residential contexts. *Demographic Research* 34 (41), lk 1161-1192
- Newman, M. E. J., Girvan, M. (2004) Finding and evaluating Community Structure in Networks. *Physical Review E* (69) DOI: 10.1103/PhysRevE.69.026113
- Palmer, J. R. B. (2013) Activity-Space Segregation: Understanding Social Divisions in Time and Space
- Puura, A., Silm, S., Ahas, R. (2017) The Relationship between Social Networks and Spatial Mobility: A Mobile-Phone-Based Study in Estonia. *Journal of Urban Technology*, DOI: 10.1080/10630732.2017.1406253
- Ratti, C., Sobolevsky, S., Calabrese, F., Andris, C., Reades, J., Martino, M., Claxton, R., Strogatz, S. H. (2010) Redrawing the Map of Great Britain from a Network of Human Interactions. *PLoS ONE* 5(12): e14248. doi:10.1371/journal.pone.0014248
- Schönfelder, S., Axhausen, K. (2010) Urban Rhythms and Travel Behaviour. Spatial and Temporal Phenomena of Daily Travel. Ashgate Publishing Limited
- Silm, S., Ahas, R. (2014a) Ethnic Differences in Activity Spaces: A Study of Out-of-Home Nonemployment Activities with Mobile Phone Data, *Annals of the Association of American Geographers*, 104:3, 542-559, <http://dx.doi.org/10.1080/00045608.2014.892362>
- Silm, S., Ahas, R. (2014b) The temporal variation of ethnic segregation in a city: Evidence from a mobile phone use dataset. *Social Science Research* 47, lk 30-43. <https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2014.03.011>
- Silm, S., Ahas, R., Mooses, V. (2017) Are younger age groups less segregated? Measuring ethnic segregation in activity spaces using mobile phone data. *Journal of Ethnic and Migration Studies*, <https://doi.org/10.1080/1369183X.2017.1400425>
- Sobolevsky, S., Szell, M., Campari, R., Couronne, T., Smoreda, Z., et al. (2013) Delineating Geographical Regions with Networks of Human Interactions in an Extensive Set of Countries. *PLoS ONE* 8(12): e81707. doi:10.1371/journal.pone.0081707
- Zhong, C., Arisona, S., Huang, X., Batty, M. Schmitt, G. (2014): Detecting the dynamics of urban structure through spatial network analysis, *International Journal of Geographical Information Science*, DOI: 10.1080/13658816.2014.914521

Tallinna linnavalitsus (2015). Tallinn arvudes 2015

Tammaru, T., Kulu, H. (2003) The Ethnic Minorities of Estonia: Changing Size, Location, and Composition, *Eurasian Geography and Economics*, 44:2, 105-120

Toomet, O., Silm, S., Saluveer, E., Ahas, R., Tammaru, T. (2015) Where Do Ethno-Linguistic Groups Meet? How Copresence during Free-Time Is Related to Copresence at Home and at Work. *PLoS ONE* 10(5): e0126093. doi:10.1371/journal.pone.0126093

Wong, D. W., Shaw, S-L. (2011) Measuring segregation: an activity space approach. *Journal of Geographical Systems*. 2011 Jun; 13(2): 127–145. doi: [10.1007/s10109-010-0112-x](https://doi.org/10.1007/s10109-010-0112-x)

Yang, Z., Algesheimer, R., Tessone, C. (2016) A Comparative Analysis of Community Detection Algorithms on Artificial Networks. *Sci. Rep.* 6, 30750; doi: 10.1038/srep30750

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Ago Tominga

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Eesti- ja venekeelsete inimeste tegevuskohtade võrgustike piirkonnad“,

mille juhendajad on Siiri Silm ja Veronika Mooses,

1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, **28.05.2018**